

CareProfSys

Sistem inteligent de profil de carieră bazat pe o platforma de fuziune semantica a datelor

Raport științific final

Proiect finanțat de la bugetul de stat

PN-III-P1-1.1-TE-2021

Contract NR. TE 151/ 2022

Data început: 13 mai 2022. Durata: 24 luni

CUPRINS

Introducere	4
Descriere și obiective proiect CareProfSys	4
Scopul documentului	4
Etapele proiectului CareProfSys: obiective și activități	5
Etapa I: Proiectarea sistemului și dezvoltarea ontologiei COR	5
Etapa a II-a: Dezvoltarea, si testarea sistemului	5
Etapa a III-a: Implementarea sistemului CareProfSys în centrul UPB-CCOC	6
Rezultate obținute	6
Livrabil 1- Raport de analiză și cerințele utilizatorilor sistemului	6
Livrabil 2 - Raport privind cerințele software ale sistemului și proiectarea acestuia	7
Livrabil 3 - Ontologia COR și descrierea acesteia	8
Livrabil 4 - Raport privind cerințele software ale sistemului și proiectarea acestuia	9
Livrabil 5 - Raport asupra experimentelor de exploatare și analiza rezultatelor	15
Livrabil 6 - Raport workshop diseminare	19
Indicatori de rezultat	19
Diseminarea rezultatelor și site-ul proiectului	22
Impactul estimat al rezultatelor obținute	23
Concluzii	23
Bibliografie	24
Anexe: livrabile și publicații in extenso	25

Rezumat executiv

Proiectul **CareProfSys** (<http://careprofsys.upb.ro/>) are ca **obiectiv principal** validarea și testarea conceptului de sistem inteligent de profil de carieră prin implementarea lui într-un mediu observat - centrul de dezvoltare a carierei din cadrul Universității Naționale de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București. CareProfSys își propune să ofere elevilor și studenților consiliere în carieră folosind analize avansate ale profilului utilizatorilor, extras automat din diverse surse de date, prin recomandări de ocupații ale unor persoane cu profiluri similare, folosind inferențe ontologice și algoritmi de clasificare a învățării. Proiectul are **3 etape**: (1) Proiectarea sistemului și dezvoltarea ontologiei COR – în 2022, (2) Dezvoltarea, și testarea sistemului – în 2023, (3) Implementarea sistemului CareProfSys în centrul UPB-CCOC – în 2024.

Prima etapă a proiectului constă în: proiectarea și alegerile tehnologice și dezvoltarea ontologiei COR și a instrumentelor de exploatare. Pentru stabilirea funcționalităților sistemului CareProfSys, s-au studiat sistemele asemănătoare existente, dar s-au realizat și sondaje online cu 317 liceeni și studenți pentru a stabili interesele acestora. Rezultatele obținute au fost apoi concretizate în definirea cazurilor de utilizare și a cerințelor utilizatorilor. Taxonomia ocupațiilor din România este pilonul principal al ontologiei COR al proiectului. Pe lângă pilonul ocupațiilor, ontologia conține încă trei piloni: a) domeniile de studiu, conectând astfel educația cu profesiile, b) caracteristicile legate de ocupație (activități generale, contextul muncii, stilul de lucru, valori și nevoi) și c) caracteristicile necesare pentru a îndeplini o anumită poziție (abilități, aptitudini și interese). Framework-ul dezvoltat pentru exploatarea ontologiei este sub forma unui API. **A II-a etapă** este dezvoltarea și testarea sistemului. Sistemul CareProfSys are o arhitectură bazată pe niveluri. Extragerea datelor necesare sistemului se face prin intermediul interfeței web, punctul de acces al utilizatorului la sistem, datele fiind extrase din mai multe surse, în urma unui proces de autentificare, apoi procesate. Toate informațiile utilizatorilor sunt salvate într-o bază de date MongoDB. Dezvoltarea serviciilor din sistem a constat în dezvoltarea serviciilor de recomandări de profesii, de acces la scenariile în realitate virtuală pe Web (WebVR) și la agentul conversațional/ chatbot-ul CareerBot. Mecanismul de recomandare conține două metode de recomandare: **inferența ontologică și recomandarea prin aplicarea unui algoritm de învățare automată**. Profesiile recomandate de ambii algoritmi sunt oferite ca rezultat pe primele poziții, apoi, pentru a permite utilizatorului explorarea a cât mai multor cariere, se oferă toate celelalte recomandări, provenite din oricare dintre cele două metode. De fiecare dată când un utilizator folosește sistemul CareProfSys, răspunde la întrebări, uploadează un CV și indică profilele sale de *social media*, i se atașează un profil electronic în sistem, apoi se instanțiază și un individ în cadrul ontologiei COR, individ care, cu ajutorul reasoner-ului Hermit, va fi clasificat ca fiind de tipul unei clase ce reprezintă o profesie din ontologia COR, ceea ce înseamnă că respectivului utilizator i se potrivește acea profesie. Totdată, folosind algoritmul *K-Nearest Neighbors* din biblioteca sklearn Python, am antrenat un model de învățare automată care a permis recomandarea de profesii, pe baza a 8 caracteristici extrase din completarea formularului de către utilizatorul autentificat CareProfSys. Deoarece dezvoltarea unor scenarii animate 3D nu este ușoară, am ales să dezvoltăm scenarii doar pentru șase profesii, în cadrul proiectului, pentru a exemplifica **conceptul de reprezentare a profesiilor recomandate prin VR**, toate având foarte multe elemente de gamificare: specialist în rețele de calculatoare, inginer construcții civile, industriale și agricole, proiectant de sisteme web și multimedia, inginer chimist, profesor universitar și asimilați, manager de proiect. Pentru dezvoltarea unei aplicații de RV care poate fi executată direct dintr-un browser Web am folosit motorul de joc Unity Engine alături de pachete specifice precum WebXR / VRTK Tilia. Chatbot-ul, consilier virtual de carieră, a fost dezvoltat utilizând platforma Pandorabots și limbajul AIML, bazat pe etichete. Pe parcursul dezvoltării, am aplicat testarea modulară de către dezvoltatori, testare funcțională de tip alpha și beta. **A III-a etapă** este implementarea sistemului CareProfSys în centrul UPB-CCOC, care a constat în execuția a două runde de experimente cu 47 de utilizatori, în Centrul de Consiliere și Orientare în Carieră UPB-CCOC/ laboratoarele din cadrul POLITEHNICII București, conform unui protocol intern. Procedura de testare aplicată a avut 5 etape, iar rezultatele experimentelor s-au măsurat prin diverse instrumente: chestionare, modulul de înregistrare performanțe în timpul simulărilor în RV, interviuri. Datele astfel obținute au fost analizate și s-au efectuat optimizări ale sistemului pe baza acestora. CareProfSys a fost foarte bine primit și considerat util atât de participanții la experimente, cât și de cei peste 65 de elevi și studenți prezenți la workshop-ul final de diseminare a proiectului.

În cadrul proiectului au fost realizate **6 livrabile** (5 tehnice și cel de descriere al workshop-ului final). **Rezultatele proiectului au fost diseminate prin 7 articole de jurnal (5 ISI), 11 participări la conferințe (9 cu articole publicate în Proceedings-uri), 1 capitol de carte și 5 articole de popularizare în media**, prin realizarea **website-ului** și a paginii de *social media*, dar și prin participarea la 3 târguri educaționale.

Introducere

Descriere și obiective proiect CareProfSys

Proiectul își propune să ofere consiliere în carieră folosind analize avansate ale profilului utilizatorilor, extras automat din diverse surse de date (e.g. CV, profiluri de social media, răspunsuri din formulare web etc). Utilizatorii CareProfSys vor primi recomandări de profesii, folosind inferențe ontologice și algoritmi de clasificare a învățării automate. Detaliile profilurilor ocupaționale sunt extrase din ontologia „Clasificarea ocupațiilor din România” (COR) (dezvoltată de proiect), aliniată cu lista europeană a calificărilor. Un agent conversațional va oferi sfaturi personalizate despre ocupațiile recomandate, în timp ce scenele 3D virtuale vor ajuta utilizatorii să vizualizeze activitățile conectate cu o profesie viitoare. În afara studenților și liceenilor, sistemul va oferi beneficii și centrelor de consiliere în carieră, instituțiilor de învățământ superior, guvernului, companiilor angajatoare.

Sistemul va exploata cele mai noi tehnologii: web semantic, ontologii, învățare automată, conectori de rețea socială, realitate virtuală (VR) pe web, agenți de recomandare și interfețe de programare moderne. Astfel, se va valida și testa conceptul de sistem inteligent pentru construirea profilului de carieră prin implementarea acestuia într-un mediu observat - centrul de dezvoltare a carierei dintr-o universitate românească. Obiectivul principal al CareProfSys este de a valida și testa conceptul unui Sistem inteligent de profil de carieră prin implementarea lui într-un mediu observat - CCOC UPB. Sistemul se bazează pe analiza mai multor surse de date, care sunt input pentru algoritmul de recomandare ce utilizează ontologia COR.

Obiectivele specifice ale proiectului sunt: (a) construirea de profiluri de utilizatori, într-o manieră rapidă și precisă - crearea de conectori sociali prin intermediul API-urilor actuale de rețele sociale, crearea de extractoare PDF, procesoare de formulare web și alte module de minare Web, combinarea și transformarea tuturor surselor de date în date structurate, validarea și analiza acestor date cu ajutorul psihologilor experți; (b) crearea ontologiei COR și popularea ei cu profilurile utilizatorilor; (c) recomandarea ocupațiilor din ontologia COR utilizatorilor (elevi, studenți și absolvenți care doresc să-și schimbe cariera), pe baza profilurilor acestora, printr-un algoritm personalizat; (d) oferirea de informații suplimentare (pe bază de text sau scene 3D) despre ocupațiile recomandate; (e) oferirea suportului în consilierea utilizatorilor (studenți și elevi) prin instrumente moderne de interacțiune om-calculator, de ex. camere bazate pe Web-VR sau camere virtuale pentru interviuri și agenți conversaționali; (f) oferirea unui instrument flexibil care poate fi personalizat cu ușurință pentru a sprijini consilierii de carieră și pe cei școlari din licee și universități; (g) oferirea posibilității dezvoltării rapide a mai multor alte module în viitor; (h) încorporarea produsului într-o ecologie universitară - implementarea ca pilot în CCOC-UPB; (i) atragerea potențialilor utilizatori din alte universități și licee, prin promovarea intensă a acestuia; (j) oferirea unui instrument cu valoare regională.

Scopul documentului

Prezentul document conține descrierea activităților științifice desfășurate în cadrul fiecărei etape a proiectului CareProfSys, a rezultatelor obținute și a indicatorilor de rezultat.

Sunt totodată evidențiate modalitățile de diseminare și impactul estimat al acestor rezultate, cu sublinierea celui mai semnificativ rezultat obținut.

Etapele proiectului CareProfSys: obiective și activități

Proiectul are trei etape: (1) Proiectarea sistemului și dezvoltarea ontologiei COR – în 2022, (2) Dezvoltarea, și testarea sistemului – în 2023, (3) Implementarea sistemului CareProfSys în centrul UPB-CCOC – în 2024.

Etapa I: Proiectarea sistemului și dezvoltarea ontologiei COR

Prima etapă a proiectului constă în *proiectarea sistemului și dezvoltarea ontologiei COR* și își propune îndeplinirea obiectivelor specifice de la (a) la (j). Etapa are două activități principale: (A1.1) Proiectare și alegeri tehnologice și (A1.2) Dezvoltarea ontologiei COR și a instrumentelor de exploatare, fiecare cu sarcini concrete, ale căror rezultate sunt descrise în continuare.

În cadrul activității (A1.1), s-au executat **șase sarcini principale, cu scopul îndeplinirii obiectivelor (a)-(j)**: (T1.1) Analiza literaturii cu privire la practicile de orientare în carieră și la instrumentele de suport; (T1.2) Interviuri și sondaje online: realizare și analiza rezultatelor; (T1.3) Identificarea cerințele utilizatorilor sistemului; (T1.4) Selecția tehnologiilor și dezvoltarea algoritmilor necesari; (T1.5) Identificarea cerințele software ale sistemului; (T1.6) Proiectarea detaliată a sistemului. Detalii despre rezultatele științifice ale activităților T1.1, T1.2 și T1.3 se găsesc în [Livrabilul 1 “Raport de analiză și cerințele utilizatorilor sistemului”](#), iar rezultatele acestora au fost diseminate în articolul de conferință ([R2](#)), enumerate în “Indicatorii de rezultat”. Detalii despre rezultatele științifice ale activităților T1.4, T1.5 și T1.6 se găsesc în [Livrabilul 2 “Raport privind cerințele software ale sistemului și proiectarea acestuia”](#), iar rezultatele acestora au fost diseminate în articolele de conferință ([R2](#)) și ([R3](#)). Analiza efectuată pentru stabilirea funcționalităților sistemului CareProfSys a inclus atât studierea amănunțită a literaturii de specialitate și a sistemelor asemănătoare existente, cât și crearea de sondaje online cu liceeni și studenți (principalii actori ai sistemului) pentru a stabili interesele acestora. Rezultatele obținute au fost apoi concretizate în definirea cazurilor de utilizare și a cerințelor utilizatorilor.

În cadrul activității (A1.2) s-au executat **două sarcini principale, cu scopul îndeplinirii obiectivelor (b, (f) și (g)**: (T2.1) Dezvoltarea ontologiei COR; (T2.2) Dezvoltarea framework-ului de exploatare a ontologiei. Detalii despre rezultatele științifice ale acestor activități se găsesc în [Livrabilul 3 “Ontologia COR și descrierea acesteia”](#), iar rezultatele obținute au fost diseminate în articolul de conferință ([R1](#)) și articolul de jurnal ([R4](#)).

Etapa a II-a: Dezvoltarea, și testarea sistemului

A doua etapă a proiectului constă în *Dezvoltarea, și testarea sistemului* și își propune îndeplinirea obiectivelor specifice de la (a) la (j). Etapa are o singură activitate principală, dar extrem de importantă pentru reușita proiectului: (A2.1) Dezvoltarea, testarea și optimizarea sistemului CareProfSys. În cadrul acestei activități s-au executat **cinci sarcini principale, cu scopul îndeplinirii obiectivelor (a)-(j)**: (T3.1) Dezvoltarea modului de extragere de date; (T3.2) Dezvoltarea modulului de procesare date; (T3.3) Dezvoltarea serviciilor din sistem; (T3.4) Dezvoltarea platformei Web; (T3.5) Testare și optimizare. Detalii despre rezultatele științifice ale activităților desfășurate se găsesc în [Livrabilul 4 “Raport tehnic de implementare și testare a sistemului”](#). Rezultatele activităților desfășurate în această etapă au fost diseminate în trei articole de jurnal ISI ([R6](#), [R8](#), [R9](#)), două articole de jurnal BDI ([R5](#), [R7](#)), 6

conferințe internaționale ([R10](#), [R11](#), [R12](#), [R13](#), [R14](#), [R15](#)) și 1 articol de popularizare în media ([R16](#)).

Etapă a III-a: Implementarea sistemului CareProfSys în centrul UPB-CCOC

A treia etapă a proiectului constă în *Implementarea sistemului CareProfSys în centrul UPB-CCOC* și își propune îndeplinirea obiectivelor specifice (f) și (h). Etapa are o singură activitate principală, cu aceeași denumire ca și a etapei: (A3.1). În cadrul acestei activități s-au executat **patru sarcini principale, cu scopul îndeplinirii obiectivelor (f) și (h)**: (T4.1) Pregătirea și execuția primului experiment; (T4.2) Evaluarea primului experiment și îmbunătățirea sistemului; (T4.3) Pregătirea și execuția celui de-al doilea experiment; (T4.4) Evaluarea celui de-al doilea experiment și îmbunătățirea sistemului. Detalii despre rezultatele științifice ale activităților desfășurate se găsesc în [Livrabilul 5 - Raport asupra experimentelor de exploatare și analiza rezultatelor](#). Rezultatele activităților desfășurate în această etapă au fost diseminate într-un articol de jurnal ISI ([R24](#)), 1 capitol de carte ([R17](#)), 2 articole prezentate la conferințe internaționale ([R18](#), [R19](#)) și 4 articole de popularizare în media ([R20](#), [R21](#), [R22](#), [R23](#)).

Rezultate obținute

În cadrul proiectului au fost realizate 6 livrabile, website-ul proiectului, contul de social media al proiectului și 24 de lucrări de diseminare a rezultatelor. Livrabilele și lucrările de diseminare sunt disponibile în anexele prezentului raport. Obiectivele propuse au fost 100% atinse.

Livrabil 1- Raport de analiză și cerințele utilizatorilor sistemului

Scopul primului livrabil este de a preciza rezultatele analizei efectuate pentru stabilirea funcționalităților sistemului CareProfSys. Această analiză a inclus atât studierea amănunțită a literaturii de specialitate și a sistemelor asemănătoare existente, cât și crearea de sondaje online cu liceeni și studenți (principalii actori ai sistemului) pentru a stabili interesele acestora. Rezultatele obținute sunt apoi concretizate în definirea cazurilor de utilizare și a cerințelor utilizatorilor.

Analiza literaturii cu privire la practicile de orientare în carieră și la instrumentele de suport a constatat în două părți, în funcție de gradul de inovație a abordărilor existente de consiliere și recomandare a muncii - practici tradiționale și respectiv practici moderne. În practicile tradiționale, primordială este relația consilier-client. Comunicarea directă dintre aceștia este o trăsătură specifică a procesului de consiliere și depinde de o serie de caracteristici precum atitudinea consilierului, caracteristicile mediului de interacțiune, abilitățile specifice de comunicare și suport ale consilierului. Instrumentele tradiționale de consiliere includ metode de colectare a datelor despre client (de exemplu, teste psihologice sau de personalitate, precum chestionarul Holland [1], MBTI [2], INEM [3] etc.), metode de comunicare, metode de investigare a pieței muncii, branding personal, metode de planificare a carierei [4]. În sistemul educațional din România, numărul de consilieri școlari/universitari pentru orientare în carieră este insuficient pentru nevoia actuală (un consilier ajunge să fie responsabil de aproximativ 3000 elevi și 800 studenți, conform Ministerului Educației din România) [5], astfel încât este nevoie de noi soluții, moderne, ce pot îmbunătăți procesul de consiliere și orientare în carieră. Practicile moderne au în centru sistemele de recomandare, uzuale fiind două tipuri principale: recomandări bazate pe filtrarea conținutului și recomandări bazate pe filtrarea colaborativă [6]. Există de asemenea

abordări avansate, de exemplu bazate pe algoritmi de învățare automată. Rețele neuronale sunt adesea utilizate pentru a capta preferințele unui candidat pentru anumite locuri de muncă, pe măsură ce acestea evoluează/se schimbă în timp [7] [8]. O metodă frecvent utilizată este reprezentată de ontologii [9][10] care pot reprezenta în mod formal date prin clase, atribute, reguli și relații.

Pentru a stabili principiile și funcționalitățile relevante pentru un sistem de recomandare de ocupații, am realizat două sondaje folosind platforma Google Forms. Grupul țintă a inclus atât elevi de liceu (pentru primul sondaj), cât și studenți (pentru al doilea sondaj), cu un total de 317 respondenți, dintre care 209 liceeni și 108 studenți. Sondajele sunt similare pentru ambele categorii, incluzând trei secțiuni principale: 1. caracteristici socio-demografice și studii, 2. principii de alegere a instituției de învățământ actuale și 3. instrumente de sprijin pentru primirea de recomandări de ocupații/ profesii. Studenții au avut o secțiune suplimentară opțională legată de experiența profesională, secțiune completată doar de cei care au în prezent sau au avut în prealabil un loc de muncă.

Ca urmare a analizei literaturii cu privire la practicile de orientare în carieră și la instrumentele de suport, precum și a analizei sondajelor aplicate liceenilor și studenților (posibili utilizatori ai sistemului CareProfSys), am stabilit actorii, principalele cazuri de utilizare și funcționalitățile sistemului, din perspectiva actorilor, așa cum se vede în Figura 1.

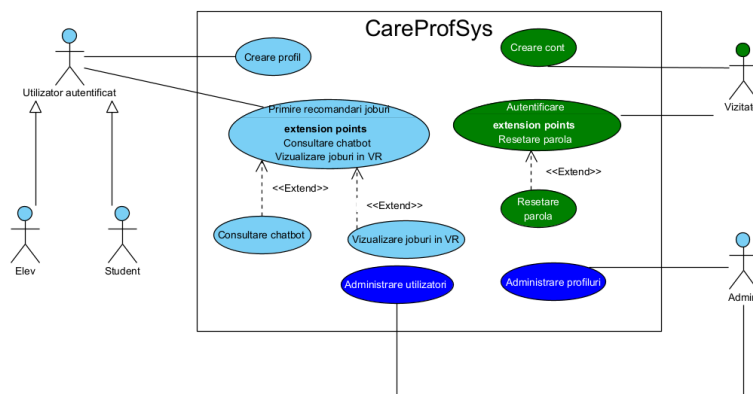


Figura 1. Cazuri de utilizare ale sistemului CareProfSys

Livrabil 2 - Raport privind cerințele software ale sistemului și proiectarea acestuia

Scopul celui de al doilea livrabil este de a prezenta detaliile tehnice în vederea bunei implementări a funcționalităților sistemului CareProfSys. Se justifică alegerile tehnologice pentru crearea aplicației web, a ontologiei, a motorului de recomandare, a extracției automate a datelor utilizatorilor, precum și crearea *chatbot-ului* și a scenelor de realitate virtuală. Documentul realizează și trecerea în revistă a cerințelor nonfuncționale, a componentelor hardware și software, precum și proiectarea arhitecturală a sistemului. Se va folosi o arhitectură de tip “microservicii”, grupate pe niveluri, în care fiecare dintre module va rula ca un microserviciu în propriul său container, comunicand cu celelalte prin intermediul unor cereri HTTP: a se vedea Figura 2.

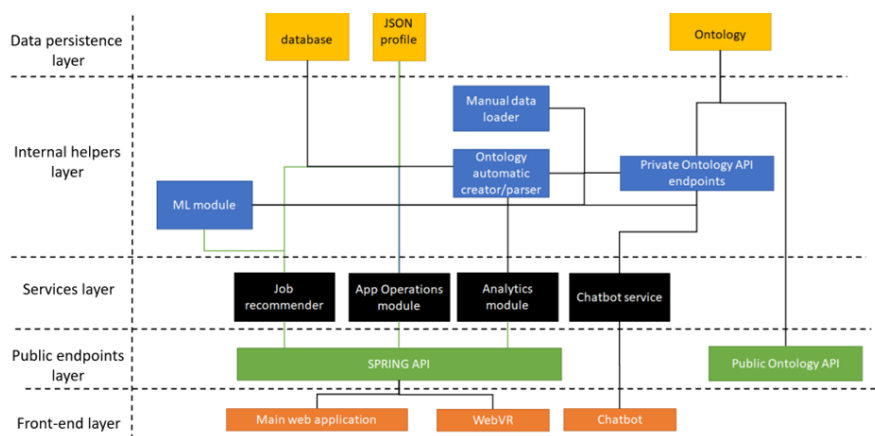


Figura 2. Arhitectura sistemului CareProfSys

Livrabil 3 - Ontologia COR și descrierea acesteia

Scopul livrabilului al treilea este de a descrie dezvoltarea ontologiei ce reflectă nomenclatorul “Clasificarea ocupațiilor din România” (COR) [11], din cadrul proiectului CareProfSys, precum și API-ul de utilizare a acesteia. Pentru a realiza dezvoltarea ontologiei, s-au studiat aspecte ce țin de profesionalizarea muncii: identitatea profesională în industria 4.0, organisme profesionale relevante, taxonomii și standarde, apoi s-au analizat exemple de artefacte *software*- ontologii similare. *Profesionalizarea muncii* reprezintă procesul de transformare a unei ocupații într-o profesie cu un grad ridicat de integritate și competență [12]. Profesionalizarea presupune existența unor cadre de calificare profesională, asociații profesionale care definesc și recomandă membrilor comunității profesionale cele mai bune practici, coduri de conduită profesională și certificări profesionale, pentru a face diferența între profesioniști competenți și incompetenți. Pentru ca toate aceste procese să fie aliniate și realizate corespunzător, trebuie definite standarde și reglementări, iar actorii principali de pe piața muncii ar trebui să le respecte.

COR reprezintă un sistem de identificare și codificare a ocupațiilor românești indiferent de tipul și locul lor, apărut în 1995, iar ultima revizuire și actualizare a fost în anul 2022. La fel ca multe alte clasificări naționale de ocupații, clasificarea românească urmează structura Clasificării Standarde Internaționale a Ocupațiilor (ISCO-08). În COR, fiecare ocupație are alocat un cod din șase cifre și conține toate detaliile necesare, inclusiv activitățile generale, contextul muncii, stilul de lucru, valorile și nevoile atașate profesiei respective.

Toate datele despre ocupațiile disponibile în piața muncii din România sunt stocate într-un sistem conceptual descris formal de ontologia COR dezvoltată în cadrul proiectului CareProfSys, în format OWL, a cărei conținut poate fi administrat printr-un API (Application Programming Interface/ Interfață de programare a aplicațiilor) dedicat, dezvoltat în Java, construit tot în cadrul proiectului CareProfSys. Utilizatorii API-ului au posibilitatea de a căuta în baza de cunoștințe prin rularea unei interogări SPARQL.

Ontologia COR a fost creată pe baza conținutului aflat la adresa [11], considerându-se cele 9 grupe majore de ocupații, excepție cea de-a X-a din domeniul militar (a se vedea Figura 3). Taxonomia ocupațiilor din România este pilonul principal al ontologiei. Pe lângă pilonul ocupațiilor, ontologia conține încă trei piloni: a) domeniile de studiu, conectând astfel educația cu profesiile, b) caracteristicile legate de ocupație

(activități generale, contextul muncii, stilul de lucru, valori și nevoi) și c) caracteristicile necesare pentru a îndeplini o anumită poziție (adică abilități, aptitudini și interese). Toate caracteristicile au o descriere, iar importanța caracteristicii sau a domeniului asociat pentru a putea accede la o anumită ocupație este de asemenea indicată. În Figura 3 este prezentată structura de bază a ontologiei COR cu cei patru piloni (“Competențe și interese”, “Trăsături ocupație” în “Caracteristici”, “COR” și “Domenii”). Ultima clasă în listă este “Valoare”, ceea ce reprezintă importanța fiecărei caracteristici pentru a desfășura cu succes o anumită profesie.

Metodele expuse de către API-ul de exploatare a ontologiei COR sunt următoarele: extragerea codului unei anumite profesii; extragerea tuturor profesiilor, împreună cu codul lor aferent; adăugarea unui nou triplet în ontologie, modificarea unui anumit triplet, ștergerea unui anumit triplet, extragerea tuturor detaliilor legate de o anumită ocupație.

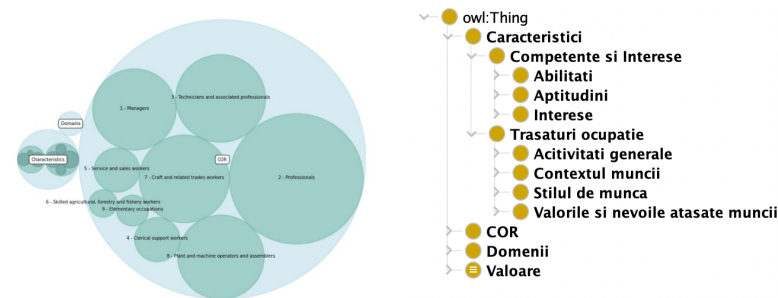


Figura 3. Structura ontologiei COR din CareProfSys

Livrabil 4 - Raport privind cerințele software ale sistemului și proiectarea acestuia

Scopul acestui livrabil este de a descrie detaliile privind dezvoltarea, testarea și optimizarea sistemului CareProfSys, care s-au bazat pe Livrabilele 1, 2 și 3, realizate în etapa anterioară. În cadrul documentului sunt descrise aspecte privind extragerea și procesarea datelor, recomandarea profesiei, folosind inferențe ontologice, dar și un algoritm de învățare automată, aspecte privind prezentarea recomandărilor sub formă de scenarii de realitate virtuală pe Web (WebVR) și aspecte privind dezvoltarea unui agent conversațional care poate susține orientarea în carieră. Sunt oferite atât descrieri funcționale ale platformei web care prezintă utilizatorilor recomandările, scenele de realitate virtuală și chatbot-ul, cât și descrieri tehnice amănunțite.

Extragerea datelor necesare sistemului se face prin intermediul interfeței web, datele fiind extrase din mai multe surse, în urma autentificării utilizatorilor: CV Europass [13], conturi de social media, răspunsuri date la întrebările dintr-un formular. Întrebările din formular sunt similare testului de personalitate Briggs Myers [14], în sensul că fiecare utilizator trebuie să se auto-evalueze pe o scară Likert cu 5 puncte privind anumite afirmații. Afirmațiile permit scalarea răspunsului și pentru cele 8 categorii de abilități utilizate de matricile ESCO [15] pentru a caracteriza profilele ocupaționale din standardul ocupațional The International Standard of Occupations (ISCO-08) [16]. Pentru fiecare tip de extragere date, am realizat un *controller*. Toate informațiile utilizatorilor sunt salvate într-o bază de date MongoDB [17].

După extragerea/ colectarea datelor și construirea profilului de utilizator în format JSON, vom avea atât un profil static, cât și unul dinamic pentru un utilizator autentificat. Profilul static va conține datele din CV și testul din platforma Web, iar profilul dinamic va conține datele extrase prin conectorii sociali, din rețelele sociale

(LinkedIn, Facebook etc). **Etapele procesării datelor sunt:** eliminarea informațiilor contradictorii, ce provin din surse diferite de date; identificarea abilităților și intereselor utile pentru procesul de recomandare, conform ontologiei COR dezvoltate în cadrul proiectului, ce conține toate profesiile din Clasificarea ocupațiilor din România [11]; maparea datelor din limbaj natural în date structurate.

Principalele **servicii de sistem** sunt serviciile de recomandări, de acces la scenariile în WebVR și la agentul conversațional/ chatbot-ul CareerBot.

Dezvoltarea mecanismului de recomandare

Momentan mecanismul de recomandare conține două metode de recomandare: inferența ontologică și recomandarea prin aplicarea unui algoritm de învățare automată. Profesiile recomandate de ambii algoritmi sunt oferite ca rezultat pe primele poziții, apoi, pentru a permite utilizatorului explorarea a cât mai multor cariere, se oferă toate celelalte recomandări, provenite din oricare dintre cele două metode.

Atât Apache Jena [18], cât și OWL API [19] sunt utilizate în **implementarea modului de recomandare bazat pe ontologii** al CareProfSys, permițând execuția de inferențe (raționament automat) pe baza ontologiei COR, descrisă în Livrabilul 3 din cadrul proiectului. De fiecare dată când un utilizator folosește sistemul CareProfSys, răspunde la întrebări și i se atașează un profil electronic în sistem, se instanțiază și un individ în cadrul ontologiei, de tip *Person*, care, cu ajutorul reasoner-ului HerMiT [20], va fi clasificat ca fiind de tipul unui anumit *Job* (ce reprezintă o profesie din ontologia COR), ceea ce înseamnă că acelei persoane i se potrivește acea profesie, ținând cont de descrierea persoanei și a profesiei, e.g. abilitățile, aptitudinile, stilul de muncă, interesele ocupaționale, nevoile și valorile importante etc. Un exemplu de clasificare a unui utilizator nou, *careprofsys-user*, în cadrul *Job-ului* "Inginer chimist" se poate vedea în Figura 4 (imagine obținută cu ajutorul editorului de ontologii Protégé [21]), fapt ce se traduce că acel utilizator a primit ca recomandare acea profesie.

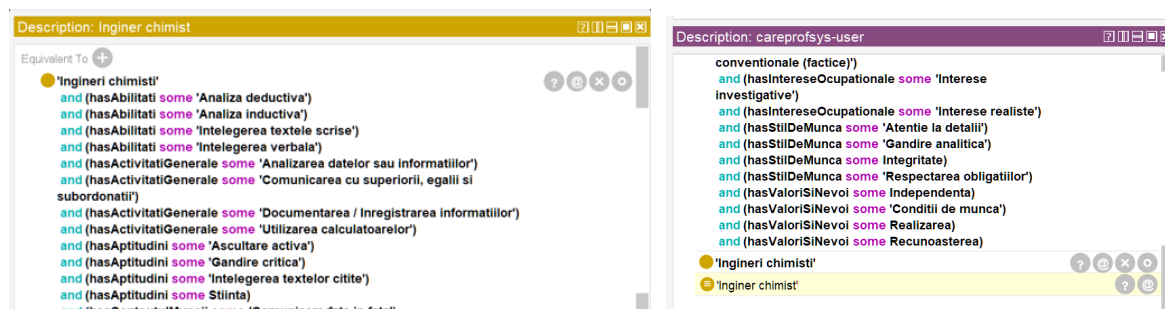


Figura 4. Recomandări de carieră, așa cum sunt deduse de Reasoner-ul HerMiT în cadrul editorului de ontologii Protégé

HerMiT este unul dintre reasonerii utilizați în clasificarea ontologiilor și îi depășește pe ceilalți prin utilizarea unei mecanism bazat pe un hipertabel și a altor tehnici de optimizare și îmbunătățire a calculului de inferență, care ar trebui să rezolve problemele care apar din cauza dimensiunilor ontologiei [22]. Algoritmul de clasificare implementat de HerMiT funcționează prin extinderea hipertabelului în mod iterativ, fiecare nod și vârf nou reprezentând axiomele ontologiei, până când toate axiomele au fost găsite. În OWL, o axiomă este numele dat restricțiilor sau constrângerilor despre entități/ concepte [23]. Algoritmul de clasificare al reasoner-ului HerMiT începe prin inițializarea hipertabelului care va reprezenta întregul fișier OWL. În această fază, algoritmul încearcă să evite testele inutile, astfel încât procesul să fie optimizat [22]. De exemplu, dacă o clasă A aparține superclasei S și există alte trei clase sunt copii

ale clasei A, atunci algoritmul decide că cei trei îndeplinesc constrângerea lui A și, de asemenea, se deduce că sunt membri ai lui S. În final, această fază ar trebui să determine cunoștințele inițiale privind relațiile dintre clase și să poată trece la pasul următor, clasificarea automată a unui individ ca membru al unei clase. Imediat ce faza de inițializare este finalizată, algoritmul începe clasificarea. Acesta extinde și perfecționează iterativ relațiile dintre clase, creând ierarhia claselor bazată pe toate relațiile existente [23]. Reasoner-ul este ușor de inițializat prin definirea unei noi variabile din clasa *Reasoner* în Jena, care ia ca atribut ontologia însăși. Reasoner-ul va aplica apoi algoritmul de clasificare, va verifica dacă este valid și apoi vom putea itera prin toate clasele recomandate ale individului pentru care dorim să verificăm rezultatele profilării, salvând fiecare recomandare ca obiect de tip *Job*.

După crearea profilului utilizatorului și crearea obiectului cu acel profil, se face clasificarea lui ca fiind apropiat de maxim 8 profesii, conform **algoritmului de învățare automată** folosit, care are următoarele etape: colectare de date; preprocesarea și curățarea datelor; extragerea caracteristicilor și inginerie; selectarea și antrenamentul modelului de învățare automată; evaluarea și reglarea fină a modelului de învățare automată. Pentru antrenarea și validarea algoritmului de învățare automată, am folosit, ca surse de date: tabelele matrice ESCO [15] care leagă profesiile din Standardul internațional al ocupațiilor (ISCO-08) [16] de competențele europene ESCO și un nou sondaj *Google Form* completat de respondenții români (pentru a da culoare locală) și datele de tip LinkedIn strânse în prima etapă; fiecare respondent a fost rugat să își declare meseria și să autoevalueze competențele necesare exercitării optime a acelei meserii, folosind aceleași opt caracteristici utilizate și în ESCO. Conform tabelor ESCO, fiecare profesie este caracterizată de 8 caracteristici, care pot avea valori între 0 și 1, în funcție de cât de importante sunt pentru exercitarea cu succes a respectivei profesii. Cele opt caracteristici considerate importante sunt: manipulare și deplasare; abilități de lucru cu informațiile; lucrul cu computerul; abilități de construire; abilități manageriale; lucru cu utilaje și echipamente specializate; asistență și îngrijire; comunicare, colaborare și creativitate. Aceste caracteristici au devenit variabilele modelului de învățare automată. Am folosit algoritmul K-Nearest Neighbors (KNN) din biblioteca sklearn Python [24]: prezice valorile noilor instanțe pe baza a cât de apropiate sunt caracteristicile lor de cele deja cunoscute; prin urmare, se sugerează profesii în funcție de cât de apropiate sunt caracteristicile lor de cele din profilul utilizatorului. Modelul a fost antrenat cu datele din pagina ESCO despre profesii și competențe și testat cu datele furnizate de sondajul nostru. Succesul modelului a fost evaluat prin cât de bine a putut descoperi locuri de muncă care se potrivesc preferințelor și abilităților persoanelor care au completat formularul, precizia curentă fiind de 86,33%.

Dezvoltarea și accesarea scenariilor WebVR

Odată primite denumirile profesiilor potrivite, în urma mecanismului de recomandare, utilizatorul poate încerca activități specifice profesiilor recomandate prin accesarea unor scenarii VR. Deoarece dezvoltarea unor astfel de scenarii nu este ușoară, am ales să dezvoltăm scenarii doar pentru șase profesii, în cadrul proiectului, pentru a exemplifica conceptul, toate având foarte multe elemente de *gamificare*. Scenariul pentru **specialist în rețele de calculatoare - COR 2523** este simulat într-o scenă de birou în care utilizatorul trebuie să reproducă și să configureze diverse scheme de rețea, folosind elemente precum PC-uri, servere, switch-uri și routere. Procesul de antrenament în realitate virtuală conține trei niveluri de dificultate (ușor, mediu și greu), fiecare dintre ele având o rețea diferită care trebuie reprodusă. Scenariul următor

replicat în realitatea virtuală are scopul de a oferi o idee despre o parte dintre atribuțiile unui **inginer construcții civile, industriale și agricole– COR 214201**. Scenariul se concentrează pe partea de siguranță la locul de muncă, în cadrul unui șantier în lucru. Scopul “jucătorului” este să interacționeze cu cât mai mulți muncitori pentru a activa anumite opțiuni de interacțiune ce schimbă aspectul personajelor neechipate corespunzător. Acest scenariu este unul de tip deschis, permițându-i jucătorului să interacționeze cu muncitorii în orice ordine. Pentru scenariul ce implică munca de **proiectanți de sisteme web și multimedia - COR 2513**, am ales să simulăm lucrul pe partea de *front-end*, una din atribuțiile posibile ale unui specialist în web design. Scopul este de a replica șablonul pus la dispoziție în scena din stânga pe planșa de lucru din scena din dreapta. Scenariul pentru **inginer chimist - COR 2145** se desfășoară într-un laborator de spital, în care utilizatorul trebuie să efectueze o serie de analize chimice, de diferite complexități. Se vor utiliza elemente specifice, precum eprubete, pipete, reactivi, analizor. Scenariul de **manager de proiect - COR 242101** este realizat într-o sală de conferințe, utilizatorul trebuie să realizeze o diagramă Gantt, o diagramă Work Breakdown Structure(WBS) sau ambele în funcție de dificultatea aleasă. Scenariul pentru **profesori universitari și asimilați - COR 2310** se desfășoară într-o sală de clasă prevăzută cu bănci, catedră, calculatoare, tablă, proiector. Studenții sunt așezați în bănci și desfășoară diferite activități (programează, stau de vorbă, ridică mâna pentru a adresa întrebări). Profesorul trebuie să selecteze acțiunea care trebuie realizată de elevi în diverse situații, începând de la a fi atent, până la evacuarea sălii în caz de incendiu, în funcție de nivel. Pentru nivelul dificil este folosit un script de **inteligentă artificială** despre deplasarea studenților în timpul evacuării. Astfel, studenții au atașată o componentă de tip *NavMeshAgent* ce determină deplasarea automată a acestora către ușă odată ce profesorul se află în proximitatea sa.

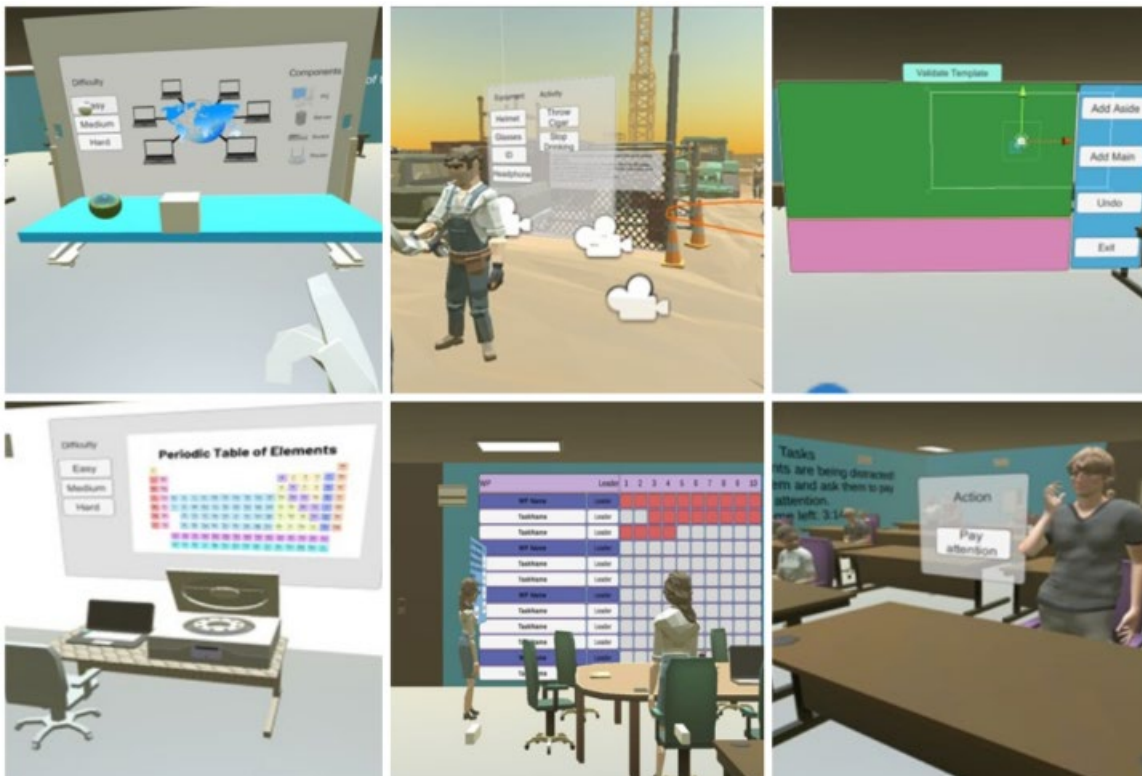


Figura 5. Scene WebVR din CareProfSys

Pentru dezvoltarea unei aplicații de realitate virtuală care poate fi executată direct dintr-un browser Web am folosit motorul de joc Unity Engine [25] alături de pachete specifice precum WebXR sau VRTK Tilia. O aplicație poate fi găzduită pe un browser web (a se vedea Figura 5) dacă tipul de build al aplicației este WebGL. WebGL este un API JavaScript destinat redării graficii 3D fără ajutorul unor pluginuri suplimentare. WebXR Exporter este un pachet Unity care permite dezvoltarea de aplicații VR în format WebGL, compatibile cu browsere precum Mozilla Firefox, Google Chrome, Microsoft Edge pe Windows, Oculus Browser și Firefox Reality pe Oculus Quest. Datorită formatului, WebGL, aplicația este compatibilă cu mai multe modele de echipamente VR, deoarece au fost efectuate teste cu succes cu HTC Vive Cosmos Elite, Oculus Rift și Meta Quest (1 și 2).

Dezvoltarea agentului conversațional

Serviciul de chatbot CareerBot poate fi accesat din platforma web CareProfSys pentru a afla informații despre profesiile din COR: acesta servește drept un consilier cu experiență pentru persoanele care caută îndrumare în căutarea unei cariere, fiind util pentru două tipuri distincte de utilizatori, fiecare cu cerințele lor specifice. Primul tip vizează cursanții aspiranți, e.g. liceenii sau studenții, care doresc să practice o meserie conexasă cu domeniul lor de studiu. Chatbot-ul oferă detalii despre universitățile găsite în diferite orașe din întreaga țară și cerințele de admitere, ajutând utilizatorii să facă alegeri informate în ceea ce privește traseul lor educațional. Al doilea tip de utilizatori îl constituie cei care doresc să facă o schimbare de carieră. Agentul conversațional oferit este o sursă importantă pentru acești indivizi, oferind informații utile despre subiecte precum salariile și cerințele de reconversie profesională. În plus, identifică firme care ar putea angaja persoane în domeniul dorit și oferă îndrumări pentru asigurarea stagiilor de practică. Prin îndrumări relevante și utile, chatbot-ul din cadrul CareProfSys sprijină acești utilizatori maturi în dezvoltarea lor de specialitate, precum și în schimbarea de carieră dorită, pentru a ajunge să aibă profesiile recomandate de sistem. Chatbot-ul are capacitatea de interacțiune multilingvă, potrivită pentru discuții atât în limba română, cât și în engleză.

Agentul conversațional construit de noi se bazează pe platforma Pandorabots [26]: utilizatorul intră pe platforma de chatbot, alege limba de conversație (engleză sau română) și se angajează într-o conversație; replicile primite de la bot sunt conforme cu regulile create anterior cu ajutorul limbajului Artificial Intelligence Markup Language (AIML), bazat pe etichete. Un dialog are loc conform fluxului următor: după introducerea unor informații necesare, utilizatorul adresează întrebări, iar răspunsurile primite de la chatbot sunt bazate pe șabloane dezvoltate în fișierele AIML pe baza cărora platforma Pandorabots funcționează. Dacă întrebările nu se regăsesc în șabloane, o excepție e aruncată și un mesaj prietenos este afișat, în care se cere utilizatorului introducerea unei alte întrebări. Fragmente dintr-o posibilă discuție utilizator-chatbot sunt disponibile în Figura 6, în stânga, cât și fragmente din fișierul AIML aflat în spatele discuției.

AIML se bazează pe potrivirea șabloanelor (în en. "pattern matching") ca principal mecanism și valorifică puterea recursiei. Fișierele AIML definesc șabloane care trebuie regăsite în întrebările adresate și răspunsurile corespunzătoare. Aceste modele acționează ca declanșatori pentru chatbot pentru a identifica intrările utilizatorilor, iar răspunsurile corespunzătoare sunt generate în consecință. AIML reproduce stilul natural de scriere al oamenilor. Recursia permite AIML să se ocupe de fluxuri conversaționale complicate și generează răspunsuri în mod dinamic. Acesta

dă putere chatbot-ului să se refere la răspunsurile lui anterioare în cadrul unui nou răspuns, conducând la o buclă continuă de potrivire a modelelor și generare de șabloane. Această abordare recursivă îmbunătățește capacitatea AIML de a aborda diverse scenarii conversaționale, menținând în același timp contextul pe tot parcursul interacțiunii.

Pentru crearea, testarea și optimizarea, am folosit Pandorabots, dar pentru integrarea chatbot-ului CareerBot în sistemul CareProfSys, am folosit stiva de tehnologii React JS și Node JS. Astfel, am creat o interfață web chatbot-ului nostru (disponibilă în Figura 6, în dreapta), care poate fi accesată de platforma web principală CareProfSys. Pentru a conecta interfața web a bot-ului cu platforma Pandorabots, am folosit un RESTful API.

```

</category>
<category>
  <patterns>HI</patterns>
  <template><srai>HELLO</srai></template>
</category>

<category>
  <patterns>HELLO THERE</patterns>
  <template><srai>HELLO</srai></template>
</category>

<category>
  <patterns>GREETINGS</patterns>
  <template><srai>HELLO</srai></template>
</category>

```

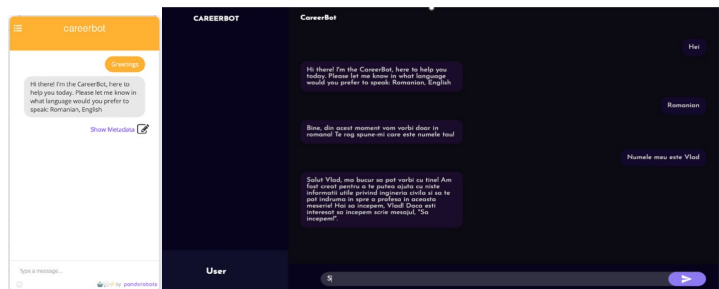


Figura 6. Fragmente din fișierele AIML descriptive și interfață Pandorabots pt chatbot-ul CareerBot, din cadrul CareProfSys

Platforma Web reprezintă punctul de acces al utilizatorului la sistemul CareProfSys, care îi permite crearea unui cont, completarea unui profil, obținerea de recomandări pe baza profilului, vizualizarea de scenarii WebVR pentru profesiile recomandate și accesarea chatbot-ului Career Bot pentru sfaturi ulterioare (a se vedea Figura 7). Din punct de vedere tehnic, platforma respectă o arhitectură Model-View-Controller (MVC).

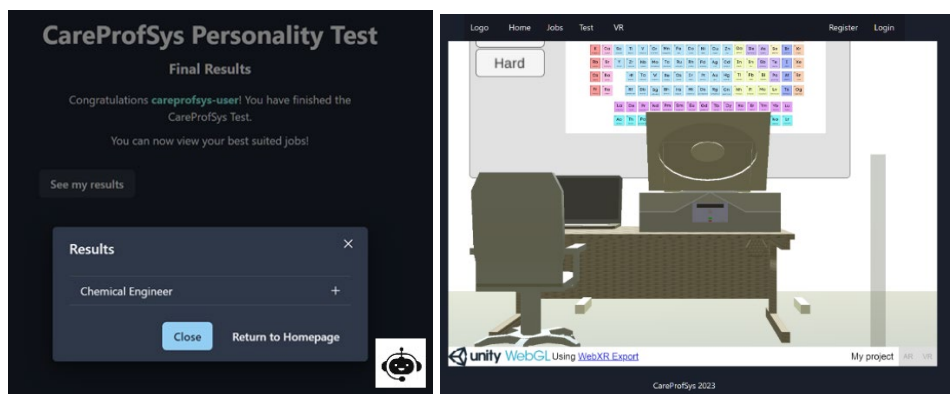


Figura 7. Ecrane din platforma Web CareProfSys

Pentru partea de *frontend*, s-au folosit tehnologiile HTML, CSS, Bootstrap, React. În implementarea *backend-ului*, un proiect Maven a fost creat în care au fost instalate tehnologii precum Spring Boot, Apache Jena, OWL API și Hermit reasoner pentru a permite implementarea aplicației. Proiectul a fost separat în diferite pachete: modelul, unde se găsesc clasele primitive; service-ul, unde este scrisă implementarea; controller-ul, unde interfața RESTful este definită pentru a permite schimburile de date între *backend* și *frontend*, accesarea algoritmului de învățare automată în Python etc. În ceea ce privește controller-ul, acesta va crea mapări pentru cererile HTTP, astfel

Încât ontologia să poată fi interogată, gestionată și clasificarea va fi accesibilă dintr-o interfață web.

Pe parcursul dezvoltării, am aplicat testarea modulară, adică fiecare componentă a fost testată individual. În acest sens, am folosit SwaggerUI [27] pentru a testa diversele API din sistem. Pe lângă testarea efectuată de către dezvoltatorii principali ai modulelor (după implementarea fiecărei funcționalități), 6 studenți care au realizat practica în laboratoarele universității au fost implicați în procesul de **testare funcțională de tip alpha**. S-a folosit astfel o abordare de tip *black-box testing*. Sistemul a fost testat și de 48 studenții din cadrul universității (în perioada 27/03/2023-20/10/2023) și un grup de 27 liceeni din toată țara, participanți la o școală de vară organizată de POLITEHNICA București (în perioada 15/07/2023-30/07/2023), în timpul **testării funcționale de tip beta**. Testele preliminare au fost promițătoare.

Livrabil 5 - Raport asupra experimentelor de exploatare și analiza rezultatelor

Scopul acestui document este de a descrie detaliile privind experimentele de exploatare a sistemului CareProfSys, a cărui dezvoltare se regăsește în Livrabilul 4 – „Raport tehnic de implementare și testare a sistemului”. Ambele experimente s-au desfășurat conform unui protocol, realizat în cadrul proiectului. De asemenea, participanții au semnat un consimțământ informat și un acord de prelucrare a datelor cu caracter personal, ambele documente dezvoltate în cadrul proiectului. Deoarece la experiment au participat atât utilizatori români, cât și străini, documentele pentru aceștia au fost redactate bilingv. Conform protocolului stabilit, în cadrul prezentului livrabil sunt descrise cele două runde de experimente cu utilizatorii, desfășurate în mediu controlat, adică în Centrul de Consiliere și Orientare în Carieră UPB-CCOC/ laboratoarele din cadrul Universității Naționale de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București. Datele obținute din feedback-urile utilizatorilor au fost analizate și s-au efectuat optimizări ale sistemului pe baza acestora.

Obiectivele pentru care s-au realizat experimente au fost: testarea / analiza utilității / experiență utilizator (UX) / prototipului proiectului de cercetare CareProfSys, inclusiv platforma de recomandări web și, opțional, scena de realitate virtuală (RV) corespunzătoare carierei recomandate. Simulările în RV au avut loc doar dacă utilizatorul a primit după testarea platformei web una dintre următoarele recomandări de carieră: chimist, administrator de rețea, manager de proiect, programator web, profesor universitar sau inginer civil. A fost necesară desfășurarea experimentelor în două runde, pentru a permite corectarea neajunsurilor identificate de utilizatori. Fiecare din cele două runde au avut două zile de desfășurare. Locația experimentelor a fost în UPB-CCOC/ laboratoare din POLITEHNICA București, necesarul fiind de două săli: sala 1: experimente în RV; sala 2: experimente web & completarea chestionarelor de feedback.

Echipamentul hardware & logistică necesar experimentelor este listat mai jos:

- 2 laptopuri / calculatoare pentru experimente în web și RV;
- cască pentru realitate virtuală Oculus Rift sau Meta Quest 2;
- amenajarea camerei (un spațiu liber de minim 1.5m x 2m fără obstacole);
- scanarea gardianului RV în spațiul liber.

Necesarul software pentru experimente este listat mai jos:

- Web:

- aplicația web CareProfSys configurată local sau acces la internet pentru a o utiliza;
- RV:
 - aplicația Oculus instalată pe calculator / laptop;
 - versiunea 2020.3.24f1 de Unity (în cazul utilizării căștii Oculus Rift);
 - aplicația CareProfSys în RV instalată și actualizată în Unity pe PC-ul / laptopul de testare (în cazul utilizării căștii Oculus Rift);
 - aplicația CareProfSys în RV instalată pe Meta Quest 2 (în cazul utilizării căștii Meta Quest 2);
 - Cont Meta Quest și link pentru *casting* accesat [28] (în cazul utilizării căștii Meta Quest 2).

Procedura de testare aplicată a avut 5 etape, după cum se vede în Tabelul 1.

Tabel 1. Procedura de testare aplicată în experimentele CareProfSys

ID etapă	Scop	Activități	Rezultate estimate	Durată
Etapă 1	Prezentare experiment și consimțământ	<ul style="list-style-type: none"> - Explicare procedură și durată experiment - Completare Consimțământ informat pentru a lua parte la experiment - Completare Acord GDPR - Completare formular introductiv, de autoevaluare 	<ul style="list-style-type: none"> - Feedback utilizatori - Consimțământ informat, formular GDPR 	5 minute
Etapă 2	Testarea platformei de recomandări web	<ul style="list-style-type: none"> - Prezentarea platformei web și a funcționalităților sale - Încărcare CV, profil social media și explorare funcționalități - Obținerea unei recomandări de carieră 	<ul style="list-style-type: none"> - Recomandări de carieră 	5 minute
Etapă 3	(opțional) Prezentare RV & acomodare	<ul style="list-style-type: none"> (doar pentru utilizatorii care au primit una dintre cele 6 recomandări de carieră cu scenarii în RV sau care s-au autoevaluat ca având afinități spre una din cele 6 meserii) - Citirea Anexei pentru obținerea de cunoștințe teoretice de bază pentru profesia recomandată - Prezentare sistem & hardware RV - Ajustare cască pentru utilizatori - Prezentare input RV pentru mișcare, acțiune și funcționalități - Configurare software în funcție de profilul utilizatorului (ID unic) 	<ul style="list-style-type: none"> - ID unic, scena testată 	5-10 minute (s-ar putea să fie nevoie de timp suplimentar pentru persoanele fără experiență anterioară în utilizarea RV)
Etapă 4	(opțional) testare de carieră în RV	<ul style="list-style-type: none"> (doar pentru utilizatorii care au primit una dintre cele 6 recomandări de carieră cu scenarii în RV sau care s-au 	<ul style="list-style-type: none"> - Scor conform logicii fiecărui joc - Greșeli (erori) în logica jocului 	10 minute

		autoevaluat ca având afinități spre una din cele 6 meserii) -Utilizatorul trebuie să realizeze cât mai multe taskuri în timpul dat - Toate testele vor începe cu nivelul ușor de dificultate (pentru nivelurile cu mai multe dificultăți); dacă un nivel este completat cu succes, utilizatorul va trece apoi la nivelul următor de dificultate (mediu, apoi greu)	- Feedback în timp real pentru identificarea bug-urilor și sugestii pentru îmbunătățiri	
Etapa 5	Feedback final	- Completare Chestionar feedback la finalul testelor și interviu aplicat în urma chestionarului.	- Feedback utilizatori	5-10 minute

Experimentele s-au desfășurat în UPB-CCOC/ laboratoare din POLITEHNICA București, anume în Biblioteca POLITEHNICA București și clădirea CJ, în două runde: prima rundă de experimente: 14 și 15 februarie 2024, 11:00-16:00; a doua rundă de experimente: 27 și 28 februarie 2024, 14:00-18:00.

Dacă la prima rundă am avut ca participanți studenți de anul I de la diverse specializări și filiere lingvistice din POLITEHNICA București, în a doua rundă am testat sistemul cu studenții din anii III și IV din POLITEHNICA București, de la două specializări și filiere lingvistice. În prima rundă am avut 30 de participanți (13 fete și 17 băieți), iar în a doua rundă 17 studenți de anul III și IV de la două specializări și filiere lingvistice (11 fete și 6 băieți). În total, am sumarizat 47 de utilizatori care au participat la experimente.

Rezultatele experimentelor s-au măsurat prin patru instrumente: (1) chestionarul introductiv de autoevaluare, distribuit participanților printr-un formular Google; (2) chestionarul de feedback final, distribuit participanților printr-un formular Google; (3) modulul de înregistrare performanțe în timpul simulărilor în RV, care exportă în fișiere *txt*, pentru fiecare sesiune de simulare al unui utilizator, informații utile; (4) interviu cu utilizatorii, după completarea feedback-ului final.

Pentru a putea testa și modulul de RV, care conține scenarii specifice doar pentru 6 profesii, am aplicat și un chestionar introductiv de autoevaluare, prin care am dat șansa utilizatorilor să aleagă una din cele 6 meserii pentru care avem scenarii în RV ca fiind cea mai apropiată de profilul propriu. Totodată, am putut evalua și acuratețea recomandărilor primite în platforma web, prin acest chestionar. Chestionarul de feedback completat după testarea sistemului vizează următoarele dimensiuni de evaluare: mediul VR testat, proiecția în viitor privind alegerea meseriei testate/recomandate, satisfacția față de activitățile desfășurate conform scenariului ales pentru testare, aprecierea asupra interfeței (web, VR etc) - oferirea de raționamente și explicații clare de către sistem, navigarea prin meniuri, interacțiunea cu obiectele, accesarea funcționalităților, claritatea și imersivitatea părții vizuale a sistemului, autoaprecierea sentimentului de prezență și imersiune în mediul virtual, aprecierea experienței ca fiind realistă și captivantă, identificarea distractorilor și a limitărilor tehnice care au întrerupt imersiunea în VR, promptitudinea sistemului la comenzi și mișcări ale utilizatorului, varietatea de experiențe pentru a forma o părere clară despre job, confort și siguranță în utilizarea echipamentelor de VR, impresia generală.

Modulul de înregistrare performanțe în timpul simulărilor în RV a înregistrat, pentru fiecare utilizator, scena testată, nivelul la care a ajuns, scorul, timpul petrecut într-un anumit nivel etc. Interviu liber final a reluat, printr-o discuție liberă, plusurile și minusurile sistemului, din punct de vedere al fiecărui utilizator.

Analizând răspunsurile la chestionarul initial, s-a observat că aceleași competențe și interese au fost extrase și din activitatea pe platforma web CareProfSys, adică răspunsurile oferite la formularul din platformă, informațiile extrase din CV și din profilele sociale au concordat cu cele alese de studenți la chestionarul de autoevaluare.

De remarcat totuși că, în prima rundă de experimente, mai mult de jumătate dintre participanți (16 din 30) au primit de la CareProfSys recomandări de profesii care se aflau printre dorințele lor, ceea ce înseamnă ca algoritmul de recomandări este corect. Cât despre ceilalți 14, sistemul CareProfSys le-a ridicat semne de întrebare și dorința de a afla mai multe despre profesiile recomandate. **Ca viitoare profesie**, cea mai dorită pentru participanții din prima rundă este cea de programator – 50% dintre respondenți. **Se observă o corespondență între opțiunile relative la viitoarea profesie** cea mai dorită, cea de programator – 50% dintre respondenți, ceea ce concordă cu recomandarea făcută de CareProfSys: profesia cu care s-au identificat cei mai mulți dintre studenții chestionați este de programator web (66,7%). Chestionarul de feedback post-testare arată aprecierea pozitivă/ satisfăcătoare a dimensiunilor măsurate astfel încât testarea unei profesii devine o oportunitate excelentă de a înțelege mai bine o profesie într-un mod interactiv, precum și faptul că proiectează utilizatorul într-un scenariu realist. Datorită **varietății de experiențe oferite de către sistemul testat pentru a forma o părere clară despre job**, peste 76% dintre respondenți consideră că se pot raporta la această experiență pentru alegerea unei profesii în viitor. **Înregistrarea automată a performanțelor utilizatorilor** în cadrul CareProfSys a dovedit faptul că foarte puțini utilizatori ating nivelul dificil, într-un timp scurt, ca cel folosit în cadrul experimentelor, ceea ce înseamnă că nu este nevoie de scenarii mai complicate pentru un astfel de instrument de recomandare de carieră. Răspunsurile oferite de participanți la **interviul liber** au întărit răspunsurile oferite la chestionarul de feedback: majoritatea studenților au fost încântați de experiență, un sigur student fiind dezamăgit de scenariul de manager de proiect. Acest lucru se explică și prin faptul că nu avea cunoștințele folosite în scenariu, dar și că scenariul avea unele lacune în funcționalitate. În urma primei runde de experimente, considerând toate dimensiunile analizate, precum și recomandările și motivațiile prezentate de către respondenți asupra alegerilor privind viitoarea profesie, putem aprecia sistemul dezvoltat în cadrul proiectului CareProfSys ca fiind un instrument util, necesar și funcțional în orientarea carierei și a alegerilor profesionale viitoare ale studenților din acest domeniu tehnic. Impresia generală: peste 96% dintre respondenți au apreciat ca fiind pozitivă această experiență de testare a scenariilor propuse. Totuși, deficiențele de funcționalitate sau cele tehnice remarcate în timpul experimentelor au fost notate și remediate până la a doua rundă de experimente.

Rezultatele obținute la **chestionarul de feedback** post-utilizare CareProfSys au fost o idee mai bună decât în prima rundă a experimentelor: toți au considerat experimentul o experiență plăcută. **Performanțele înregistrate** de sistem au fost ușor superioare celor din prima rundă de experimente. Astfel, în prima rundă de experimente 63.33% nu au reușit să treacă de primul nivel, pe când în a doua rundă acest procent a scăzut la 52.94%. **Interviul liber** a validat răspunsurile oferite la chestionarul de feedback: majoritatea studenților au fost încântați de experiență și au afirmat că sistemul în

asamblu are o interfață prietenoasă, iar ideea CareProfSys este utilă și aplicabilă în viața reală. Nevoia unui mini-ghid pentru utilizatorii care ajung la partea de RV, sugerată în această rundă de experimente, a fost luată în considerare și implementată. Faptul că studenții nu au reușit să ajungă la nivelul dificil în timpul experimentelor demonstrează că era nevoie de mai mult timp alocat fiecărui utilizator, dar scopul nostru a fost de a populariza cât mai mult sistemul și de a valida și ideea instrumentului, prin aceste teste cu utilizatorii finali.

Livrabil 6 - Raport workshop diseminare

Scopul acestui document este de a prezenta workshop-ul de diseminare a proiectului CareProfSys: data, locația, agenda, participanții, principalele activități și concluzii. Workshop-ul a avut loc pe 13 aprilie 2024, în cladirile CB și CJ din Campusul POLITEHNICA București. La workshop au fost invitați membri ai proiectului, profesori universitari și profesori de liceu, cât și 65 de elevi de la 5 licee din țară (C.N. Gheorghe Lazăr din București, C.N. Mihai Eminescu din București, C.N. Școala Centrală din București, Colegiul Tehnic de Aeronautică „Henri Coandă” București, Liceul "Aurel Rainu" Fieni) și studenți de la POLITEHNICA București. Participanții au auzit prezentarea proiectului CareProfSys și au participat la activități practice, adică au experimentat sistemul: a se vedea Figura 8.



Figura 8. Workshop de diseminare proiect

Toți elevii participanți au fost foarte încântați de experiență: desi au zădit de realitate virtuală, majoritatea nu mai fuseseră expuși la tehnologiile tipice acestui concept. Studenții de la workshop s-au descurcat mai bine decât elevii la utilizarea sistemului, ajutându-i și pe aceștia la ducerea la bun sfârșit a unor experimente. Feedback-ul oferit de studenți a fost de-asemena pozitiv, apreciind în special expunerea sub formă de realitate virtuală a recomandărilor profesionale. Profesorii de liceu au considerat interesantă ideea proiectului, afirmând că elevii lor se simt deseori debusolați în alegerea facultății și, implicit, a carierei pe care să o urmeze. Profesorii de facultate au fost mai mult interesați de integrarea tehnologiilor emergente din CareProfSys, dar plăcut impresionați de utilizarea practică a acestora.

Indicatori de rezultat

Indicatorii de rezultat ai proiectului sunt: **6 livrabile** (5 livrabile tehnice și raportul workshop-ului de diseminare), website-ul proiectului (<https://www.careprofsys.upb.ro/>), contul de social media al proiectului (<https://www.facebook.com/CareProfSys.UPB>), **7 articole de jurnal** (5 în jurnale ISI, dintre care 2 Q2, 1 în jurnal SCOPUS și unul în jurnal WorldCat; 6 deja publicate și 1 trimis spre evaluare), **11 participări la conferințe** (9 cu articole publicate în Proceeding-uri trimise spre indexare ISI, 2 cu indexare în SpringerLink, 2 cu indexare în IEEE Xplore, 2 fără publicare), **1 capitol de carte** publicat în editură internațională și **5 articole de popularizare în media**. Indicatorii realizați i-au depășit cu mult pe cei propuși (6 livrabile, 4 articole transmise către jurnale, 5 articole transmise către

conferințe, 2 articole de popularizare în media). Toate rezultatele, excepție articolul de popularizare în media aflat încă în curs de publicare R23, conțin *acknowledgement-ul* proiectului.

Articolele realizate sunt:

(R1) M.I. Dascalu, I. Marin, I.V. Nemoianu, I.F. Puskás, A. Hang, *AN ONTOLOGY FOR EDUCATIONAL AND CAREER PROFILING BASED ON THE ROMANIAN OCCUPATION CLASSIFICATION FRAMEWORK: DESCRIPTION AND SCENARIOS OF UTILISATION*, 15th annual International Conference of Education, Research and Innovation, Sevilla (Spain), DOI: 10.21125/iceri.2022, ISBN: 978-84-09-45476-1, ISSN: 2340-1095, pg. 7386-7395, 7-9 noiembrie 2022 – diseminare rezultate din Activitatea 1.2, articol conferință ISI

(R2) I.C. Stanica, S.M. Hainagiu, S. Neagu, N. Litoiu, M.I. Dascalu, *HOW TO CHOOSE ONE'S CAREER? A PROPOSAL FOR A SMART CAREER PROFILER SYSTEM TO IMPROVE PRACTICES FROM ROMANIAN EDUCATIONAL INSTITUTIONS*, ICERI2022, 15th annual International Conference of Education, Research and Innovation, Sevilla(Spain), DOI: 10.21125/iceri.2022, ISBN: 978-84-09-45476-1, ISSN: 2340-1095, pg. 7423-7432, 7-9 noiembrie 2022 – diseminare rezultate din Activitatea 1.1, articol conferință ISI

(R3) I.C. Stanica, I.A. Bratosin, D.A.Mitrea, C.N.Bodea, M.I. Dascalu, A.Hang, *BUILDING RELEVANT ELECTRONIC PROFILING FOR AUTOMATED CAREER RECOMMENDATIONS*, 40th IBIMA (International Business Information Management Association) Tech Conference 2022, Sevilla (Spain), ISBN: 979-8-9867719-1-5, ISSN: 2767-9640, 29-30 noiembrie 2022 – diseminare rezultate din Activitatea 1.1, articol conferință ISI

(R4) M.I. Dascalu, C.N.Bodea, I.V. Nemoianu, A.Hang, I.F. Puskás, I.C. Stanica, M. Dascalu, *CareProfSys – AN ONTOLOGY FOR CAREER DEVELOPMENT IN ENGINEERING DESIGNED FOR THE ROMANIAN JOB MARKET*, Rev. Roum. Sci. Techn.– Électrotechn. et Énerg. (RRST-EE), ISSN: 0035-4066, vol. 68 (2), WOS:001026628400016, DOI: <https://doi.org/10.59277/RRST-EE.2023.68.2.16>, pg. 212-217, 2023– diseminare rezultate din Activitatea 1.2, realizat în etapa I, actualizat în etapa a II-a, articol jurnal ISI

(R5) I.C. Stanica, I.A.Bratosin, D.A.Mitrea, C.N.Bodea, M.I. Dascalu, *Electronic Profiling in CareProfSys System for Career Recommendation*, Journal of Internet Social Networking & Virtual Communities, vol. 2023 (2023), Article ID 188953, 11 pages, ISSEN: 2166-0794, DOI: 10.5171/2023.188953, 2023 - diseminare rezultate din Activitatea 2.1, T3.1, articol jurnal BDI (WorldCat)

(R6) C.G. Dragomirescu, R.M. Ciuceanu, M.I. Dascalu, I.V. Nemoianu, *THEORY OF CATASTROPHES REGARDING THE OPERATION OF A DC ELECTRIC MOTOR WITH SERIES EXCITATION*, Rev. Roum. Sci. Techn.– Électrotechn. et Énerg. (RRST-EE), ISSN: 0035-4066, vol. 68 (1), WOS:000973414700017, DOI: <https://doi.org/10.59277/RRST-EE.2023.68.1.15>, pg. 90-95, 2023 - diseminare rezultate din Activitatea 2.1, T3.2, articol jurnal ISI

(R7) M.I. Dascalu, A. Hang, I.F. Puskás, C.N. Bodea, *CareProfSys : a job recommender system based on machine learning and ontology to support learners' employability at regional level*, Issues in Information Systems, ISSN: 1529-7314, vol. 24(3), DOI: https://doi.org/10.48009/3_iis_2023_107, pg. 71-82, 2023 - diseminare rezultate din Activitatea 2.1, T3.2 și T3.3, articol jurnal BDI (Scopus)

(R8) M. Mitu, M. Dascalu, M.I. Dascalu, *ROMANIAN TOPIC MODELING – AN EVALUATION OF PROBABILISTIC VERSUS TRANSFORMER-BASED TOPIC MODELING FOR DOMAIN CATEGORIZATION*, Rev. Roum. Sci. Techn.– Électrotechn. et Énerg. (RRST-EE), ISSN: 0035-4066, vol. 68 (3), WOS:001087001200008, DOI: <https://doi.org/10.59277/RRST-EE.2023.3.8>, pg. 295-300, 2023 - diseminare rezultate din Activitatea 2.1, T3.2 și T3.3, articol jurnal ISI

(R9) C.N. Bodea, M. Paptic, R.I. Mogos, M.I. Dascalu, *Artificial Intelligence Adoption in the Workplace and Its Impact on the Upskilling and Reskilling Strategies*, Amfiteatru Economic, ISSN: 2247–9104, 26(65), Q2, DOI: 10.24818/EA/2024/65/126, pg. 126 - 144, 2024, https://www.amfiteatruconomic.ro/RevistaDetalii_EN.aspx?Cod=1225 - diseminare rezultate din Activitatea 2.1, T3.3 și T3.5, articol jurnal ISI Q2

(R10) I.V. Nemoianu V. Manescu (Paltanea), Gh. Paltanea, M.I. Dascalu, R.M. Ciuceanu, *Detailed Investigation of the Residual and Non-Symmetry Active and Reactive Power Flow for No-Neutral Three-Phase Nonlinear Circuits*, The 13th International Symposium on ADVANCED TOPICS IN ELECTRICAL ENGINEERING (ATEE2023), IEEE, Bucharest (Romania), ISBN: 979-8-3503-3193-6, ISSN: 2159-

3604, DOI: 10.1109/ATEE58038.2023.10108343, 23-24 March 2023 - diseminare rezultate din Activitatea 2.1, T3.2 și T3.3, articol conferință ISI

(R11) A. Hang, I. Puskas, M. Nitu, I.V. Nemoianu, M.I. Dascalu, *CareProfSys Recommender for Modern Engineering Roles based on Emergent Technologies*, The 13th International Symposium on ADVANCED TOPICS IN ELECTRICAL ENGINEERING (ATEE2023), IEEE, Bucharest (Romania), ISBN: 979-8-3503-3193-6, ISSN: 2159-3604, DOI: 10.1109/ATEE58038.2023.10108292, 23-24 March 2023 - diseminare rezultate din Activitatea 2.1, T3.1, T3.2 și T3.3, articol conferință ISI

(R12) M.I. Dascalu, A. Hang, I.F. Puskás, C.N. Bodea, *CareProfSys : a job recommender system based on machine learning and ontology to support learners' employability at regional level*, 63th IACIS Annual Conference, Clearwater Beach, Florida, SUA, 4-7 October 2023 - diseminare rezultate din Activitatea 2.1, T3.2 și T3.3, prezentare orală conferință

(R13) M.I. Dascalu, R. Birzaneanu, C.N. Bodea, *An Ontology-based Recommendation Module for Optimal Career Choices*, Proceedings of 2024 Future of Information and Communication Conference (FICC), Springer series "Lecture Notes in Networks and Systems", vol. 921, ISBN: 978-3-031-54052-3, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-54053-0_23, Future of Information and Communication Conference (FICC), Berlin (Germany), pg. 318-331, 4-5 April 2024 - diseminare rezultate din Activitatea 2.1, T3.2, T3.3, T3.4 și T3.5, articol conferință ISI

(R14) M.I. Dascalu, A.S. Bumbacea, I.A. Bratosin, I.C. Stanica, C.N. Bodea, *CareProfSys - Combining Machine Learning and Virtual Reality to Build an Attractive Job Recommender System for Youth: Technical Details and Experimental Data*, Engineering of Computer-Based Systems. ECBS 2023. Lecture Notes in Computer Science, vol 14390, ISBN: 978-3-031-49251-8, DOI: <https://doi.org/10.1007/978>, ECBS 2023: 8th International Conference on Engineering of Computer-based Systems, Västerås (Sweden), pg. 289–298, 16-19 Oct. 2023 - diseminare rezultate din Activitatea 2.1, T3.2, T3.3, T3.4 și T3.5, articol conferință ISI

(R15) M.I. Dascalu, V.A. Brîndușescu, I.C. Stanica, B.I. Uta, I.A. Bratosin, A. Mitrea, *CHATBOT CAREPROFSYS POUR SOUTENIR LE CONSEIL ET L'ORIENTATION VERS UNE PROFESSION DANS UN DOMAINE D'INGENIERIE*, La 2ème édition du Symposium de la recherche scientifique francophone en Europe centrale et orientale, Bucharest (Romania), 27-28 Nov. 2023 - diseminare rezultate din Activitatea 2.1, T3.3 și T3.5, articol conferință

(R16) Înregistrarea CareProfSys de la emisiunea @UPB-Euronews Romania pe canalul YouTube al Facultatii de Inginerie in Limbi Straine – POLITEHNICA Bucuresti, <https://www.youtube.com/watch?v=JwRik4zclJYk> - diseminare rezultate din Activitatea 2.1, T3.3, articol media

(R17) M.I. Dascalu, C.N. Bodea, I.C. Stanica, D.A. Mitrea, S.M. Hainagiu, S.N. Neagu, T.M. Ursachi, *From Traditional Career Services to Intelligent Systems for Career Guidance: A Study of Career Services Diversity in Higher Education Institutions*, capitol în "Prioritizing Skills Development for Student Employability", ISBN13: 9798369335710, IGI Global, DOI: DOI: 10.4018/979-8-3693-3571-0.ch004, pg. 89-119, 2024- diseminare rezultate din Activitatea 3.1, capitol carte în editură internațională

(R18) R. Birzaneanu, M.I. Dascalu, I.C. Stanica, I.A. Bratosin, A. Vasilateanu, T.M. Ursachi, R.E. Brezoaie, *RECOMMENDER SYSTEMS TO SUPPORT STUDENTS' EMPLOYABILITY: THE CASE STUDY OF CAREPROFSYS*, INTED2024 Proceedings, 18th International Technology, Education and Development Conference, pg. 7208-7217, 4-6 March 2024, Valencia, Spain- diseminare rezultate din Activitatea 3.1, articol conferință ISI

(R19) M.I. Dascalu, V.A. Brîndușescu, I.C. Stanica, B.I. Uta, I.A. Bratosin, D.A. Mitrea, R.E. Brezoaie, *CHATBOTS FOR CAREER GUIDANCE: THE CASE OF CAREPROFSYS CONVERSATIONAL AGENT*, INTED2024 Proceedings, 18th International Technology, Education and Development Conference, pg. 6194-6204, 4-6 March 2024, Valencia, Spain- diseminare rezultate din Activitatea 3.1, articol conferință ISI

(R20) Mentionarea CareProfSys de la emisiunea "Human Revolution. Resursele Umane - Parteneri în Construirea Viitorului" | RO3.0 Antena 3 CNN pe canalul YouTube al Facultatii de Inginerie in Limbi Straine, POLITEHNICA Bucuresti, <https://www.youtube.com/watch?v=RnZld5haloM> (min8:s43) - diseminare rezultate din Activitatea 3.1, articol media

(R21) Mentionarea CareProfSys de la emisiunea Euro Educația-Euronews Romania pe canalul YouTube al Facultatii de Inginerie in Limbi Straine, POLITEHNICA Bucuresti,

<https://www.youtube.com/watch?v=M0gzzH81SIQ> (min25:s17)- diseminare rezultate din Activitatea 3.1, articol media

(R22) Mentionarea CareProfSys de la Stirile-Euronews Romania pe pagina Facebook a Facultatii de Inginerie in Limbi Straine, POLITEHNICA Bucuresti, https://www.facebook.com/fils.upb/posts/965806905552746?ref=embed_post - diseminare rezultate din Activitatea 3.1, articol media

(R23) Articol "Cum influențează Inteligența Artificială (IA) piața muncii și alegerea joburilor", acceptat pentru <https://www.paginadepsihologie.ro/> - diseminare rezultate din Activitatea 3.1, articol media

(R24) M.I.Dascalu, I.C. Stanica, I.A. Bratosin, B.I. Uta, C.N. Bodea, *Virtual Reality for Career Development and Exploration: the CareProfSys Profiler System Case*, Electronics, ISSN: 2079-9292 - diseminare rezultate din Activitatea 3.1, articol în evaluare la jurnal ISI Q2

Diseminarea rezultatelor și site-ul proiectului

Rezultatele au fost diseminate prin lucrări publicate în *Proceedings-urile* a 9 conferințe internaționale de prestigiu (care vor fi trimise spre evaluare și includere în Web of Science, 2 indexate IEEE Xplore, 2 indexate SpringerLink), 1 prezentare orală la o conferință internațională din SUA, 1 articol prezentat la un simpozion francofon de cercetare, 6 articole publicate în jurnale (4 indexate ISI, dintre care 1 Q2 și alte 2 BDI -1 Scopus, 1 WorldCat), 1 articol de jurnal ISI Q2 aflat în evaluare, 5 articole de popularizare în media. CareProfSys a fost prezentat sau menționat de directorului acestuia, cât și de alți membri, la 3 emisiuni ale postului de televiziune EuroNews România (@UPB, Euro Educația, Știri), precum și la emisiunea "Human Revolution. Resursele Umane - Parteneri în Construirea Viitorului" RO3.0 la postul Antena 3 CNN.

Totodată, proiectul a fost diseminat prin **website-ul** acestuia (a se vedea Figura 9), actualizat continuu și disponibil în două limbi (engleză și română), pentru a asigura vizibilitatea rezultatelor (<http://careprofsys.upb.ro/>) și prin pagina de social media (Facebook) dedicată (<https://www.facebook.com/CareProfSys.UPB>). Publicarea noutăților legate de proiect s-a realizat și pe profilul de social media (LinkedIn) a directorului de proiect (<https://www.linkedin.com/in/mariaiulianadascalu/>), cât și pe pagina web (<https://fils.upb.ro/ro/2024/05/03/workshop-diseminare-careprofsys/>) sau facebook (<https://www.facebook.com/fils.upb>) a Facultății de Inginerie în Limbi Străine – POLITEHNICA București. Echipa proiectului a diseminat rezultatele acestuia și la 3 târguri educaționale POLIFEST 2023, ROBOFEST 2023 și POLIFEST 2024, organizate de POLITEHNICA București, dar și la conferințe din țară, Uniunea Europeană (ECBS, INTED, ICERI, IBIMA) și SUA (IACIS).



Figura 9. Website proiect CareProfSys: <http://careprofsys.upb.ro/>

Impactul estimat al rezultatelor obținute

Proiectul CareProfSys are un **impact științific, tehnologic, cultural și socio-economic semnificativ**. Din punct de vedere **științific**, CareProfSys a impactat nu doar domeniul științific al informaticii aplicate și tehnologiei informației (a adus contribuții semnificative la aplicarea combinată a algoritmilor de inferențe ontologice și de învățare automată în recomandarea de cariere, la exploatarea conectorilor de rețele sociale, la integrarea realității virtuale în recomandări etc), ci și pe cel al psihologiei și științelor educației (a contribuit la conștientizarea importanței instrumentelor TIC suport în consilierea de carieră). Din punct de vedere **tehnologic**, proiectul este impactant, deoarece exploatează integrarea tehnologiilor emergente: realitate virtuală, tehnologii semantice, tehnologii de exploatare a datelor fuzionate, tehnologii pentru agenți conversaționali. Din punct de vedere **cultural**, proiectul sprijină valorile de comunicare ale societății actuale, mediate prin rețelele sociale și TIC. **Cel mai mare impact al proiectului este cel socio-economic**, deoarece demonstrează importanța tehnologiei în dezvoltarea capitalului uman: tinerii au șansa să beneficieze de recomandări de profesii, să exploreze acele profesii în scenarii de realitate virtuală și astfel să facă alegeri potrivite de carieră, diminuându-se în timp rata abandonului școlar și, implicit, presiunea financiară asupra guvernului, care nu va mai finanța inutil educația tinerilor nehotărâți; totodată, consilierii de carieră, suprasolicitați acum, vor avea un sprijin eficient în tehnologie.

Considerăm **cel mai important rezultat** integrarea realității virtuale în mecanismul de recomandare de profesii, astfel transformând sistemul CareProfSys într-unul foarte potrivit tinerilor, rezultat apreciat de participanții la experimentele organizate, de cei peste 65 de elevi și studenți de la workshop-ul de diseminare, cât și de feedback-ul obținut în urma aparițiilor în 4 emisiuni televizate, participării la conferințe din UE și SUA și publicării în jurnale ISI.

Concluzii

Sistemul CareProfSys – “Sistem inteligent de profil de carieră bazat pe o platformă de fuziune semantică a datelor” vizează să fie un suport pentru tineri (liceeni, studenți, profesioniști care își doresc o reconversie profesională) în găsirea profesiei ideale și totodată un ajutor pentru consilierii din centrele de orientare în carieră. CareProfSys exploatează tehnologiile emergente actuale, încercând să le integreze cu succes: inteligența artificială, învățarea automată, ontologiile, realitatea virtuală pe Web, web-ul social, tehnologiile de chatbot. Arhitectura sistemului este una pe niveluri și extrem de modulară, bazată foarte mult pe API-uri. Sistemul a fost intens testat, atât în 2023, cât și în 2024, când am realizat două runde de experimente, cu scopul de a analiza utilitatea / UX / prototipului proiectului de cercetare CareProfSys, inclusiv platforma de recomandări web (care conține și modulul de chatbot) și, opțional, scena de realitate virtuală (RV) corespunzătoare carierei recomandate. La experiment au participat 47 de studenți din POLITEHNICA București, iar rezultatele au fost analizate cu ajutorul a 2 consilieri de carieră din cadrul Centrului de Consiliere și Orientare în Carieră UPB-CCOC. Rezultatele au fost utilizate pentru a optimiza sistemul, care a fost foarte bine primit de participanții la experimente, atât din punct de vedere al utilității, cât și al funcționalităților sau a performanțelor.

Ca și amenințări privind validitatea rezultatelor experimentale, menționăm că adevărata utilitate a unui sistem de recomandare de profesii poate fi cu adevărat evaluată în timp, când utilizatorii își aleg sau nu profesia recomandată. Experimentele

au fost realizate conform unui protocol, iar toți participanții au semnat un acord de protecție a datelor și un formular de consimțământ informat: participanții au fost de acord ca datele experimentelor să fie utilizate în scopuri didactice sau de cercetare. Nu există riscuri cunoscute sau previzibile asociate cu protocolul experimental utilizat de noi. În cazul puțin probabil în care apar efecte secundare cauzate de utilizarea realității virtuale, participanții au fost rugați să informeze membrul de proiect responsabil pentru a întrerupe experimentul. Totuși, nu am avut astfel de situații. Considerăm că experimentele realizate în cadrul UPB-CCOC au fost foarte utile pentru succesul proiectului și au validat ideea unui astfel de sistem inteligent care poate sprijini tinerii în luarea de decizii potrivite pentru viitorul lor, consilierii de carieră în activitățile lor profesionale, dar, indirect, și instituțiile de învățământ superior și guvernul (prin scăderea abandonului școlar) și companiile angajatoare (prin angajați mai motivați și pasionați de profesie).

Sistemul CareProfSys este bine primit și considerat util de lumea științifică și de societate, în general, fapt dovedit de părerea celor peste cei 65 de participanți, elevi și studenți, de la workshop-ul de diseminare a proiectului, precum și de publicațiile realizate, aparițiile în media și participările la târgurile educaționale.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by a grant of the Ministry of Research, Innovation and Digitization, CNCS–UEFISCDI, project number TE 151 from 14/06/2022, within PNCDI III: “Smart Career Profiler based on a Semantic Data Fusion Framework”.

Bibliografie

1. Teoria personalitatii a lui Holland, <https://www.scrigroup.com/educatie/psihologie-psihiatrie/TEORIA-PERSONALITATII-A-LUI-HO62718.php>
2. Chestionar MBTI, <https://www.jobtestsuccess.com/mbti-test/>
3. Chestionar INEM, <https://www.psihoprofile.ro/Content/Questionnaires/1/41/RaportdeconsiliereINEM2022.pdf>
4. M. Jigau, “Career counselling. Compendium of methods and techniques”, *AFIR Publishing House*, Bucharest, 2007
5. Romanian Ministry of Education, Official Website, www.edu.ro
6. R. Burke, "Hybrid Recommender Systems: Survey and Experiments," *User Model. User-Adapt. Interact.*, vol. 12, no. 4, pp. 331–370, 2002.
7. R. Mishra, S. Rathi, “Enhanced DSSM (deep semantic structure modelling) technique for job recommendation”, *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 2021.
8. A. Nigam, A. Roy, H. Singh and H. Waila, "Job Recommendation through Progression of Job Selection," *2019 IEEE 6th International Conference on Cloud Computing and Intelligence Systems (CCIS)*, pp. 212-216, 2019
9. S. R. Rimitha, V. Abburu, A. Kiranmai and K. Chandrasekaran, "Ontologies to Model User Profiles in Personalized Job Recommendation," *2018 IEEE Distributed Computing, VLSI, Electrical Circuits and Robotics (DISCOVER)*, 2018, pp. 98-103, doi: 10.1109/DISCOVER.2018.8674084
10. May Fern Koh, Yew Choong Chew, *Intelligent Job Matching with Self-learning Recommendation Engine*, *Procedia Manufacturing*, Volume 3, 2015, Pages 1959-1965
11. Clasificarea ocupațiilor din România, https://www.rubinian.com/cor_1_grupa_majora.php, 2022
12. F. Garcia-Lopera, JM Santos-Jaén, M. Palacios-Manzano, D. Ruiz-Palomo, Exploring the effect of professionalization, risk-taking and technological innovation on business performance. *PLoS ONE* 17(2) (2022).
13. CV Europass, <http://www.europass.eu/1.0>
14. Test de personalitate Briggs Myers, <https://www.truity.com/test/type-finder-personality-test-new>
15. Tabele ESCO profesii-competențe, <https://esco.ec.europa.eu/en/about-esco/data-science-and-esco/esco-skill-occupation-matrix-Tabeluls-linking-occupation-and-skill-groups>
16. ISCO - International Standard Classification of Occupations <https://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/isco/>
17. MongoDB, <https://www.mongodb.com/>
18. Apache Jena - Getting started with Apache Jena, https://jena.apache.org/getting_started/index.html, last accessed 2023/06/18
19. Horridge, M., Bechhofer, S.: The OWL API: A Java API for OWL Ontologies. *Semantic Web Journal* (2010), <https://www.semantic-web-journal.net/content/owl-api-java-api-owl-ontologies>

20. Glimm, B., Horrocks, I., Motik, B. et al. HerMiT: An OWL 2 Reasoner. J Autom Reasoning 53, 245–269 (2014). <https://doi.org/10.1007/s10817-014-9305-1>
21. Protégé, <https://protege.stanford.edu/>
22. Glimm, B., Horrocks, I., Motik, B. et al. HerMiT: An OWL 2 Reasoner. J Autom Reasoning 53, 245–269 (2014). <https://doi.org/10.1007/s10817-014-9305-1>
23. Horridge, M., Bechhofer, S.: The OWL API: A Java API for OWL Ontologies. Semantic Web Journal (2010), <https://www.semantic-web-journal.net/content/owl-api-java-api-owl-ontologies>
24. SCIKIT-Învățare automată în Python, <https://scikit-learn.org/stable/>
25. Unity, <https://unity.com/>
26. Pandorabots, <https://home.Pandorabots.com/home.html>
27. SwaggerUI, <https://swagger.io/tools/swagger-ui/>
28. Oculus Casting, <https://www.oculus.com/casting/>

Anexe: livrabile și publicații in extenso

- Anexa 1. Livrabil 1 - Raport de analiză și cerințele utilizatorilor sistemului (etapa I)
- Anexa 2. Livrabil 2 - Raport privind cerințele software ale sistemului și proiectarea acestuia (etapa I)
- Anexa 3. Livrabil 3 - Ontologia COR și descrierea acesteia (etapa I)
- Anexa 4. Livrabil 4 - Raport privind cerințele software ale sistemului și proiectarea acestuia (etapa a II-a)
- Anexa 5. Livrabil 5 - Raport asupra experimentelor de exploatare și analiza rezultatelor (etapa a III-a)
- Anexa 6. Livrabil 6 - Raport workshop diseminare (etapa a III-a)
- Anexa 7. R1 - Articol in extenso - conferința ICERI (etapa I)
- Anexa 8. R2 - Articol in extenso - conferința ICERI (etapa I)
- Anexa 9. R3 - Articol in extenso – conferința IBIMA (etapa I)
- Anexa 10. R4 - Articol in extenso – jurnalul ISI Rev. Roum. Sci. Techn.– Électrotechn. et Énerg. (trimis în etapa I și actualizat în etapa a II-a)
- Anexa 11. R5 - Articol in extenso – jurnalul BDI Journal of Internet Social Networking & Virtual Communities (etapa a II-a)
- Anexa 12. R6 - Articol in extenso – jurnalul ISI Rev. Roum. Sci. Techn.– Électrotechn. et Énerg. (etapa a II-a)
- Anexa 13. R7 - Articol in extenso – jurnalul BDI Issues in Information Systems (etapa a II-a)
- Anexa 14. R8 - Articol in extenso – jurnalul ISI Rev. Roum. Sci. Techn.– Électrotechn. et Énerg. (etapa a II-a)
- Anexa 15. R9 - Articol in extenso – jurnalul ISI Q2 Amfiteatru economic (trimis în etapa a II-a și actualizat în etapa a III-a)
- Anexa 16. R10 - Articol in extenso – conferința IEEE ATEE (etapa a II-a)
- Anexa 17. R11 - Articol in extenso – conferința IEEE ATEE (etapa a II-a)
- Anexa 18. R12 – Prezentare orală – conferința IACIS (etapa a II-a)
- Anexa 19. R13 - Articol in extenso – conferința FICC (etapa a II-a)
- Anexa 20. R14 - Articol in extenso – conferința ECBS (etapa a II-a)
- Anexa 21. R15 - Articol in extenso – conferința RSF (etapa a II-a)
- Anexa 22. R16 - Articol de popularizare in media (etapa a II-a)
- Anexa 23. R17 - Capitol in extenso - Capitol Carte - IGI Global (etapa a III-a)
- Anexa 24. R18 - Articol in extenso - Conferinta INTED (etapa a III-a)
- Anexa 25. R19 - Articol in extenso - Conferinta - INTED (etapa a III-a)
- Anexa 26. R20 – Articol de popularizare in media - YouTubeFILS - Antena 3 CNN (etapa a III-a)
- Anexa 27. R21- Articol de popularizare in media - YouTubeFILS - EuroNews Euro Educatia (etapa a III-a)
- Anexa 28. R22 - Articol de popularizare in media - FacebookFILS - EuroNews Stiri (etapa a III-a)
- Anexa 29. R23 – Articol de popularizare in media – articol acceptat la <https://www.paginadepsihologie.ro/> (etapa a III-a)
- Anexa 30. R24 – Articol in extenso - jurnalul ISI Q2 Electronics (etapa a III-a)

DIRECTOR PROIECT,
DASCĂLU, MARIA-IULIANA

M. I. Dascalu