

„Platforma virtuală de e-learning bazată pe aplicații 3D utilizabilă în protetica dentară”- Acronim VIR-PRO

REZUMAT

Proiectul și-a propus și a realizat o platformă virtuală de e-learning pentru învățare, evaluare și formare medicală continuă în protetica dentară, utilizând aplicații 3D, ale tehnologiei realității virtuale, ca instrumente complementare în procesul educațional. E-learning oferă metode noi de instruire, modul de învățare este prin experiment.

E-learningul promovează învățarea auto-dirijată, dezvoltarea gândirii critice și învățarea continuă. E-learning-ul și tehnologiile de învățare au fost considerate a fi una dintre abordările alternative care pot sprijini educația dentară în adaptarea la aceste provocări competitive.

Sistemele de simulare, cum ar fi dispozitivele haptice, sau realitatea virtuală (Virtual reality-based technology) sunt programe interactive care simulează situațiile clinice reale. Hapticul mediază comunicarea între utilizator și computer. Oferă posibilitatea utilizatorului să atingă și să manipuleze obiecte în mediul virtual. Se poate percepe simțul tactil în timpul simulării preparării modelelor 3D dentare într-un mediu tridimensional virtual. În universitățile din America, Europa sau Japonia, majoritatea sistemelor bazate pe tehnologii ale realității virtuale sunt în stadiu experimental, problematica referitoare la protetica dentară fiind foarte puțin sau aproape deloc abordată. Tehnologia sistemelor de simulare (tehnologia haptică și realitatea virtuală) concepută pentru instruirea procedurilor dentare, a fost introdusă în curriculele universitare.

Motivele abordării în implementarea aplicației bazată pe tehnologia realității virtuale sunt următoarele: arie de interes, constituind o preocupare de mare actualitate, acces facil la informații, pregătirea studenților înainte de un pacient real, față de simulările dentare anterioare, aceasta se axează pe elemente specifice de protetică dentară, precise și eficiente, ajută la dezvoltarea manualității utilizatorilor.

Scopul proiectului a fost dezvoltarea unei platforme de e-learning, cu încorporarea tehnologiei realității virtuale, cu ajutorul căreia studenții pot acumula cunoștințe de protetică și pot performa simulări de preparării dentare, specifice proteticii dentare (pentru lăcașe ale pintenilor croșetelor și alte manopere de îndepărtare a țesuturilor dentare) într-un mediu virtual, cu un simț tactil realist.

Scopurile atinse ale cercetării sunt: mediu de lucru universitar, interfață clară, repetabilitatea, forțe de feedback haptic stabile.

Metoda a constat în realizarea și implementarea unei platforme de e-learning cu încorporarea tehnologiei realității virtuale în cadrul unui sistem de simulare specific proteticii dentare. Caracteristicile softului sunt: redare grafică rapidă, coliziune eficientă detectată între dinte și freză, obținerea senzației de feedback tactil, simulare precisă în preparare / șlefuire dentară, actualizarea model, îmbunătățirea manualității.

Avantajele sistemului de simulare sunt: studiul comportamentului unui sistem, fără să fie construit, rezultate precise în general, comparativ cu modelele analitice, repetabilitate, posibilitatea de autoevaluare. Dezavantajul sistemului de simulare este prețul de cost ridicat.

Rezultatele evaluării sunt promițătoare și demonstrează aplicabilitatea simulatorului ca instrument suplimentar de instruire și evaluare a performanței în dobândirea manualității în protetica dentară.

Obiectivele generale și specifice ale proiectului au fost atinse.

Obiectivul general al proiectului l-a constituit realizarea și implementarea unui sistem complex de educație în protetica dentară. Obiectivul principal a constat în realizarea pe parcursul celor 39 luni de implementare a proiectului, a unei platforme virtuale inovative de e-learning bazată pe aplicații 3D utilizată în protetica dentară.

Obiectivele specifice ale proiectului au fost îndeplinite:

1. Realizarea în etapa de cercetare industrială a studiilor, analizelor proiectului modelului experimental, realizarea acestuia, verificarea și demonstrarea funcționalității sale;
2. Realizarea în dezvoltare experimentală a proiectării și elaborării documentației de analiza tehnico-economică, precum și definitivarea specificației tehnice;
3. Diseminarea rezultatelor activităților de cercetare;
4. Protejarea proprietății intelectuale și a rezultatelor obținute din cercetare;
5. Managementul proiectului pe toată durata de implementare a proiectului;
6. Stimularea participării cercetătorilor tineri și a doctoranzilor prin implicarea lor în activitățile de cercetare ale proiectului și în cele de diseminare și protejare a proprietății intelectuale;
7. Creșterea capacității de cercetare-proiectare a întreprinderilor partenere în proiect prin colaborarea acestora în parteneriat cu 2 universități de prestigiu: UMF „Carol Davila” și UPB care aduc specialiști de excelență în domeniul medical, respectiv în inginerie;
8. Creșterea nivelului calitativ al actului educațional.

Proiectul a fost sistematizat în patru etape, denumirea acestora, precum și rezultatele obținute sunt redate în tabelul nr. 1.

Tabel nr. 1 Denumirea activităților și rezultatele obținute

ACTIVITATE	DATA	REZULTATE
Act.1. Analiza stadiul actual în domeniul platformelor e-learning și a simulatoarelor în protetica dentară	15.12.2014	Raport de analiză cuprinzând informații asupra stadiului actual în domeniul platformei virtuale de e-learning.
Act.2. Elaborarea documentației și proiectarea modelului experimental, protejarea drepturilor de proprietate intelectuală, diseminarea rezultatelor	31.12.2015	Documentație de proiectare pentru modelul experimental. Proiectul modelului experimental, Documente depuse la OSIM pentru protejarea proprietății intelectuale Diseminarea rezultatelor prin două articole la reviste și/sau conferințe indexate în bazele de date internaționale.

Act.3. Realizarea, experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului experimental	31.12.2016	Model experimental, documente de verificare experimentală, raport de demonstrare
Act.4. Elaborare documentație de analiză tehnico-economică, definitivare specificație tehnică, elaborarea documentației tehnice pentru platformă	30.09.2017	Raport de analiză tehnico-economică, Specificații tehnice definitive

Analiza stadiul actual în domeniul platformelor e-learning și a simulatoarelor în protetica dentară

Introducerea tehnologiei digitale în educația medicală a schimbat semnificativ procesele de predare și învățare. Conceptul de e-learning acoperă un set larg de aplicații, cum ar fi clasele virtuale și colaborarea digitală. Tehnologia de învățare, cu mediile virtuale, extinde orizontul de predare și învățare, procesul nu se mai limitează doar la interacțiunea cu conținutul electronic digital. Este o combinație de resurse electronice digitale împreună cu implicarea utilizatorului. Conceptul virtual de învățare este extins și combină dimensiunea de comunicare cu experiența de învățare individualizată, încurajând comunitățile de studenți. Impactul platformelor de e-learning reiese din: perspectiva educațională, perspectiva tehnologică, utilizatorii care participă la procesul de instruire (studenți, medici începători), profesorii.

În ultimii ani, se folosesc în universități de prestigiu diferite simulatoare medicale, sau în particular, în medicina dentară care utilizează tehnologia realității virtuale. Studiile au raportat constatări diferite cu privire la semnificația feedback-ului din sistemele de simulare. Unele studii au descoperit că este foarte important pentru îmbunătățirea abordărilor de învățare auto-direcționate. Reflecta capacitatea tehnologiei de a adapta diferite stiluri de învățare. De asemenea, s-a observat că tehnologia realității virtuale (VR) oferă o evaluare obiectivă și consecventă a manoperelor clinice. Utilizarea învățării asistate de calculator în medicina dentară prezintă avantajele: asigurarea interactivității cu conținutul, sprijinind astfel abordarea pedagogică, în special învățarea bazată pe probleme; vizualizarea conceptelor sub forma simulărilor pacientului; furnizarea de feedback-uri imediate, sporind astfel abordările de învățare auto-paced și auto-dirijate; viteza raportată de dobândire a cunoștințelor și motivarea tot mai mare spre învățare. Cu toate acestea, dezavantajele majore ale învățării asistate de calculator au fost costurile ridicate ale investițiilor.

Elaborarea documentației și proiectarea modelului experimental, protejarea drepturilor de proprietate intelectuală, diseminarea rezultatelor

Site-ul proiectului este vir-pro.ro, iar platforma de e-learning a fost realizată ca o aplicație a acestui site.

Platforma de e-learning poate fi accesată la adresa <http://www.vir-pro.ro/elearning/>, având nume de utilizator și parolă. Sistemul are posibilitatea administrării a trei grupuri de utilizatori : studenți, profesori și administratori ai platformei (fig. 1.).

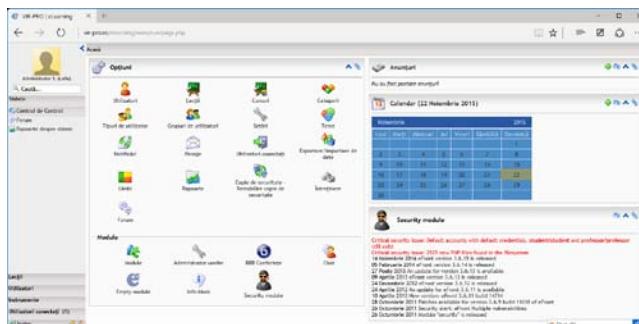


Fig. 1. Interfața administratorului

Tehnologiile actuale, introduse în medicina dentară, folosesc imagistica 3D, sisteme de simulare, realitatea virtuală. În aplicații medicale se utilizează tehnologii de redare vizuală cu imagistică 3D. Modelele de ghips tradiționale sunt convertite în cadrul tehnologiilor digitale în modele virtuale 3D. Sistemele de simulare sunt programe interactive care simulează situațiile clinice reale în care studenții exersează manopere profesionale. Tehnologia virtuală a atins stadiul de dezvoltare pentru a oferi utilizatorului răspunsul vizual combinat cu răspuns tactil. Dispozitivul haptic atașat la computer permite obținerea de senzații tactile datorită interacțiunii cu calculatorul. Simulatoarele dentare redau situații clinice reale datorită combinației dintre componenta vizuală (imaginea de pe monitor) și cea tactilă (senzația conferită de haptic). Configurarea clasică de interfață feedback haptic presupune existența 3D (stereoscopic) de redare vizuală (format din afișaj stereoscopic, oglindă polarizată și ochelari 3D), împreună cu un dispozitiv de interacțiune haptic. Toolkit-ul OpenHaptics (SenseAble, actual 3D Systems) este utilizat.

Realizarea, experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului experimental

Aplicațiile dezvoltate, de simulare virtuală, pentru protetica dentară necesită conectarea dispozitivelor haptice cu stațiile grafice achiziționate (stație grafică cu software Fujitsu). S-au creat două unități de lucru în mediul virtual. Dispozitivul haptic Geomagic Touch permite interacțiunea cu realitatea virtuală prin atingerea, modificarea sau manipularea obiectelor virtuale. Acest lucru este posibil datorită tehnologiei force-feedback.

Cu ajutorul acestui model experimental, pot fi învățate prin simulare virtuală următoarele manopere clinice specifice proteticii dentare: tratamentele preprotetice de reduceri coronare pentru dinții migrați, șlefuirea dinților pentru coroane metalo-ceramice în diverse faze de preparare, preparării pe dinți pentru aplicarea protezei scheletate prin croșete (planuri de ghidare, lăcașele pentru pintenii ocluzali, lăcașele pentru pintenii supracingulari), preparării pe dinți pentru proteza scheletată cu sisteme speciale.

Modelul VIR-PRO presupune interacțiunea utilizatorului cu un mediu virtual 3D folosind un dispozitiv haptic. Din punct de vedere al mediului de dezvoltare, în urma studierii soluțiilor

disponibile pe piața, echipa a ales platforma Unity care permite portarea aplicațiilor de tip stand-alone în format web compatibil cu platforma de e-learning implementată în proiect. Hardware-ul este compus din stație grafică și monitor 3D pentru rularea aplicației și vizualizarea stereo a acesteia, completată cu un dispozitiv haptic Geomagic Touch pentru obținerea feedback-ului tactil.

Pentru preparării dentare, au fost create modele 3D, pentru care s-a folosit metoda de digitizare - scanarea laser. Proprietățile biomecanice ale unei structuri, pe care se intervine, influențează forțele de palpate (atingere) și de șlefuire. Studiile, referitoare la proprietăților biomecanice ale dintelui, se axează pe modulul de elasticitate și pe duritatea acestuia. Din punct de vedere al structurii dintelui, pregătirile menționate abordează țesuturile dentare, smalțul și dentina. În etapa de testare (experimentare) a modelului experimental, echipa a programat nivele diferite de sensibilitate ale dispozitivului haptic pentru cele două straturi dentare. S-au conceput două situații clinice, prima cu preparării pe model și cea de a doua cu preparării pe pacientul virtual (fig.2).



Fig. 2. Testarea scenariilor cu ajutorul dispozitivului haptic – a). b).

Elaborare documentație de analiză tehnico-economică, definitivare specificație tehnică, elaborarea documentației tehnice pentru platformă

Provocările în realizarea simulatorului se referă la aspectele următoare:

Interfața grafică a utilizatorului: OpenGL cu Visual Studio C ++

Modelarea 3D realistă: proprietăți fizice: culori, dimensiuni, etc.; vizualizare clară

Simț tactil realist: haptic (1 kHz) și grafică (30 Hz), rata de actualizare; reducerea vibrațiilor (forța hapticului și rata de actualizare); detectarea precisă a coliziunii; senzație tactilă din diferite structuri dentare; deformarea țesuturilor (îndepărtarea materialului din suprafața dinților)

Precizia calcululelor: suprafețele specifice ale contactului (detectie eficientă a coliziunii); sincronizare; subdiviziunea eficientă a triunghiurilor din interiorul sferelor (– algoritm de calcul); actualizarea modelului eficientă după fiecare acțiune de preparare / șlefuire

Evaluarea procedurii: Evaluare detaliată

Limbaj de programare: C; C ++

Tehnici de redare: HLAPI / HDAPI (bibliotecă OpenHaptics); OpenGL (bibliotecă de redare grafică); GLUT

Pentru dezvoltarea aplicației s-a ales platforma Unity, aceasta oferă o serie de avantaje cum ar fi compatibilitatea cu o gama largă de dispozitive haptice și portabilitatea pe o serie de sisteme de vizualizare cum ar fi Oculus Rift sau HTC VIVE.

Realizarea mediului virtual presupune modelarea 3D a geometrie obiectelor, crearea texturilor pentru acestea și aplicarea lor pe geometria 3D. Realizarea obiectelor statice de decor presupune modelarea obiectelor 3D. Dezvoltarea obiectelor interactive presupune parcurgerea mai multor etape, principalele obiecte interactive în cadrul simulării sunt dinții și instrumentarul de lucru. Pentru simularea operației de frezare și îndepărtare a materialului în cazul unui dinte s-a creat un script special.

Aplicația permite realizarea unei operații specifice protectiei dentare utilizând două modalități de vizualizare. La prima dintre ele este disponibilă doar zona de interes ca și model 3D care poate fi rotită și mișcată în orice poziție, la a doua variantă se simulează situația pe care cel instruit o întâlnește în cazul în care lucrează cu un pacient (fig. 3).

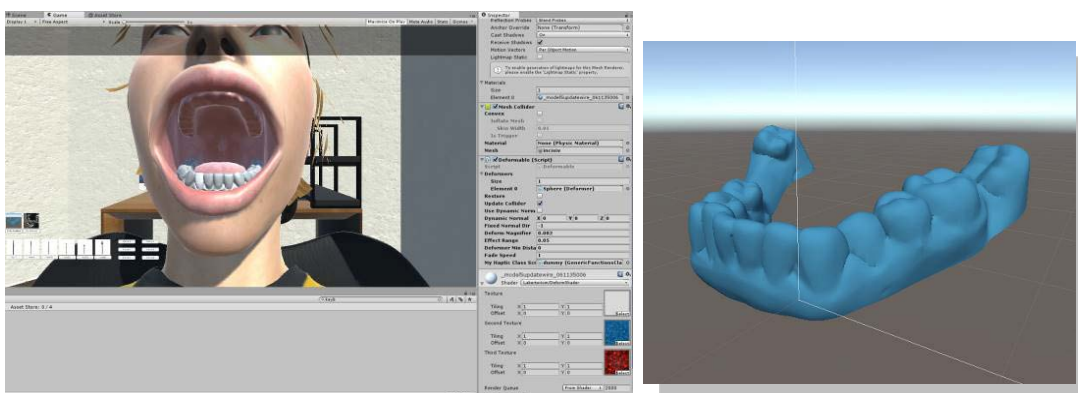


Fig. 3. Modulile de lucru – a). b).

Rezultate semnificative:

- platforma de e-learning : <http://www.vir-pro.ro/elearning/>
- două unități de lucru în mediu virtual – stații grafice Fujitsu și dispozitive haptice Geomagic Touch
- software de simulare pentru aplicații specifice protectiei dentare
- patru articole publicate în reviste indexate în baze de date internaționale:
- două articole la Conferințe ISI publicate în volume
- cererea de brevet de invenție la OSIM, cu titlul: „*Metodă și dispozitiv experimental pentru protetica dentară,*”, s-a publicat în Buletinul Oficial de Proprietate Industrială nr 5/2017 – Secțiunea Brevete de Invenție. Partenerii consorțiului beneficiază de drepturile de proprietate intelectuală, așa cum a fost stipulat în Acordul de Colaborare.