

Rezumat

În diverse domenii, precum mediul industrial, există necesitatea de a realiza simulări virtuale ale comportamentului oricărei componente din cadrul unui sistem. Scopul simulării este reprezentat de cunoașterea anticipată a funcționării sistemului și, de asemenea, de a identifica diverse posibilități de îmbunătățire a performanțelor acestuia. Totodată, prin simulare pot fi evitate cazuri precum utilizarea de valori nepotrivite pentru configurația unui robot, deteriorând astfel o componentă importantă sau chiar periclitând întreaga linie de producție.¹

Proiectul își propune implementarea unui modul de simulare pentru comportamentul mecanic al cablului și integrarea acestuia într-o aplicație de programare offline pentru simularea roboților industriali.

Principalele etape sunt constituite de:

1. Identificarea unor biblioteci potrivite pentru simularea dinamicității cablurilor;
2. Implementarea unui modul de simulare în cadrul aplicației de programare offline pentru roboți industriali Fast Suite E2, realizată de compania SC. Cenit SRL.

Prima etapă a fost realizată în **programul de cercetare ”Soft and Rigid Body Dynamics Simulation Using Free or Open-Source Software and Libraries”**, dezvoltat prin colaborarea Universității Tehnice ”Gh. Asachi” Iași cu SC. Cenit SRL. Proiectul de cercetare a urmărit două direcții principale: implementarea depunerii de particule ale materialelor și cea a cinematicii unui cablu.

Pentru fiecare din cele două direcții, a fost realizată căutarea unor biblioteci open-source sau cu costuri reduse, ce pot facilita comportamentul fizic al corpurilor în simulările din mediul virtual. În ce privește cablurile, au fost analizate diverse biblioteci, după cum urmează: Bullet Physics, Havok, PhysX, Open Dynamics Engine, Unreal Engine, DirectX, AgX Multiphysics, Vortex și Mantle. Dintre toate acestea, eliminându-le pe cele cu o performanță scăzută, pe cele cu costuri ridicate, pe cele ce depind de arhitectura GPU și pe cele ce nu implementează concepte fizice, Bullet Physics și Havok sunt singurele biblioteci potrivite pentru simularea cablurilor, conform analizei din cadrul proiectului de cercetare.

A doua etapă a programului de cercetare a fost constituită de realizarea unor implementări elementare ce să simuleze depunerea de particule și deopotrivă comportamentul mecanic al cablurilor. Pentru simulările cablurilor, au fost utilizate atât Havok, cât și Bullet Physics.

Bullet Physics este o bibliotecă open-source, scrisă în limbajul C++ (există și o versiune Java, dar la moment aceasta este slab optimizată). Bullet Physics oferă posibilitatea de a simula atât corpuri rigide, cât și corpuri ”soft” și este utilizată în special pentru detectarea coliziunilor între corpuri. Această bibliotecă este cea mai folosită în cadrul implementărilor din mediile industriale, datorită performanței sale, deși are unele dezavantaje majore precum lipsa documentației și a unor reguli generale de scriere a codului, de consistență a numelor metodelor și a variabilelor. Există o serie de exemple de utilizare a Bullet Physics, o documentație foarte succintă, de aproximativ 50 de pagini și un forum dedicat, dar niciuna dintre acestea nu furnizează suficiente informații pentru a utiliza această bibliotecă la nivelul performanțelor de care este capabilă. Alte proiecte în care a fost utilizat Bullet Physics sunt: jocuri precum GTA IV, GTA V, Red Dead Redemption, Deus Ex, filme (Sherlock Holmes, Shrek 4, 2012, Bolt) și tool-uri 3D precum Blender și Poser.

Cea de a doua bibliotecă utilizată în cadrul proiectului de cercetare pentru a simula cabluri este **Havok**, dezvoltată de compania cu același nume în colaborare cu Intel. Modulul Havok Physics 2012 este un alt lider în detectarea coliziunilor și implementarea simulărilor fizice. Aceasta a primit diverse premii în ultimii ani și are foarte mulți clienți în domeniul game engine (acesta fiind și scopul pentru care a fost dezvoltată), precum EA, Sony, Activision, Ubisoft, DICE. Asemenea Bullet Physics, și

Havok cuprinde un modul pentru implementarea corpurilor mai puțin rigide și, de asemenea, conține alte câteva module destinate dezvoltării de jocuri, precum un modul de inteligență artificială. Havok este gratuit pentru scopuri de cercetare, însă pentru a fi utilizat în cadrul unor produse comerciale, compania cere să fie contactată pentru a stabili un cost, acesta fiind principalul dezavantaj al bibliotecii Havok. Spre deosebire de Bullet Physics, Havok cuprinde numeroase exemple de utilizare a SDK-ului și, de asemenea, o vastă documentație.

În cea de a doua etapă a proiectului de cercetare, atât pentru Bullet Physics, cât și pentru Havok, a fost realizată o serie de implementări, pentru a stabili care dintre aceste două biblioteci este cea mai potrivită pentru a fi utilizată pentru aplicația offline Fast Suite Edition 2.

Întrucât nici Bullet Physics, nici Havok nu oferă posibilitatea de a crea un cablu dintr-o singură entitate, pentru implementarea cablului au fost utilizate mai multe corpuri rigide (cuburi în Havok, capsule în Bullet Physics), conectate între ele, asemenea unui lanț. Au fost efectuate câteva simulări pentru a analiza prinderea cablului de corpuri exterioare și coliziunea cu diverse corpuri. Întrucât în Havok nu s-a ajuns la un rezultat pozitiv în privința coliziunilor și simulările din Bullet Physics au atins un nivel mai ridicat al implementărilor, la finalul programului de cercetare s-a decis utilizarea bibliotecii Bullet Physics pentru implementările ulterioare ale kinematicii cablurilor, în cadrul aplicației Fast Suite.

A doua etapă a proiectului de licență a fost constituită de implementarea unui modul de simulare a cablurilor în cadrul aplicației de programare offline pentru roboți industriali Fast Suite E2.

Pentru implementare, a fost utilizat mediul **Visual Studio 2012 Professional**, biblioteca open-source **Bullet Physics**, iar limbajul de programare folosit este **C++**.

Metoda utilizată pentru simularea cablurilor în Fast Suite este dată de următorii pași:

1. La crearea unei noi simulări, în primul rând sunt inițializate mediile de lucru pentru Fast Suite și pentru Bullet Physics. Pentru Fast Suite, este creat un nou document/ o nouă pagină de lucru. Pentru Bullet Physics, este inițializat un mediu ce să recunoască dinamica pentru corpuri rigide și coliziunile între acestea.
2. După inițializarea mediilor de lucru, este încărcat un robot în Fast Suite și este parsat către mediul Bullet Physics. De asemenea, este creat un cablu în Fast Suite (o serie de cuburi poziționate în anumite puncte) și este parsat și creat în Bullet Physics. Astfel, fiecare din cele două medii va conține robotul și cablul. Mediul Fast Suite se va ocupa de interfața cu utilizatorul, iar mediul Bullet Physics face posibilă simularea comportamentului kinematic.
3. Este realizată o corespondență între pasul de simulare din Bullet Physics și cel de randare din Fast Suite.
4. La fiecare pas de simulare, se verifică poziția fiecărei componente a cablului (dată de diferite forțe precum forța de greutate, forța de inerție și de coliziunile cu celelalte obiecte din mediu) și este transmisă către mediul Fast Suite.
5. La fiecare pas de simulare, Fast Suite primește noile poziții ale corpurilor din simularea din Bullet Physics și afișează în mod corespunzător componentele cablului.

În concluzie, conform rezultatelor în urma proiectului de cercetare, este posibilă simularea cablurilor utilizând Bullet Physics, în cadrul unei aplicații de programare offline pentru roboți industriali. Există în acest moment un modul în dezvoltare, însă datorită complexității kinematicii cablurilor în mediul real, simularea cablurilor în mediul virtual va rămâne un subiect deschis pentru dezvoltări ulterioare.