

Simularea unui circuit cu vehicule sincronizate

Descriere proiectului

Proiectul propune realizarea unei simulări grafice 2D pentru un circuit dreptunghiular pe care se deplasează cinci vehicule autonome. Scopul principal al proiectului este de a demonstra modul în care transformările geometrice (translație și rotație) pot fi utilizate pentru a genera o mișcare coordonată, realistă și fluidă în cadrul unui sistem sincronizat de obiecte grafice. Pe circuit se deplasează:

- Patru mașinuțe cu viteză constantă, dispuse uniform și sincronizate pentru a menține o distanță egală între ele. Acestea se deplasează continuu pe banda principală, în sens trigonometric.
- O mașinuță rapidă, având viteză dublă față de celelalte, care efectuează manevre dinamice de depășire pe laturile lungi ale dreptunghiului.

Circuitul este proiectat astfel încât să permită depășiri numai pe laturile lungi, unde spațiul disponibil permite efectuarea acestor manevre în siguranță. Laturile scurte și colțurile circuitului sunt folosite pentru realinierea vehiculelor și menținerea sincronizării generale a mișcării. Traseul este închis, formând o buclă infinită care oferă o animație continuă.

Comportamentul sistemului

Mișcarea vehiculelor este proiectată pentru a fi **predictibilă, sincronizată și fluentă**, respectând următoarea logică:

Cele patru vehicule principale:

- Se deplasează cu viteză constantă pe banda principală a circuitului.
- Mențin distanțe egale între ele, formația rămâne stabilă pe tot parcursul traseului.
- Execută **viraje automate** în colțurile dreptunghiului pentru a continua traseul.
- Mișcarea lor este controlată prin transformări de translație pe segmentele drepte și rotații de 90° în colțuri, în sens trigonometric.

Vehiculul rapid:

- Are viteză dublă față de vehiculele principale.
- Este sincronizat astfel încât, la intrarea pe o latură lungă, să întâlnească mereu un vehicul în față.
- Inițiază o **manevră de depășire** pe banda secundară:
 - virează ușor la stânga pentru a intra pe banda de depășire;
 - depășește vehiculul din față;
 - înainte de finalul laturii, revine pe banda principală printr-un viraj la dreapta.

Toate manevrele vehiculelor (viraje, depășiri, reveniri pe bandă) sunt declanșate printr-un **sistem de trigger points** asociate cu o anumită acțiune:

- viraj la colțurile circuitului;
- inițierea depășirii;
- revenirea pe banda principală.

Când poziția unui vehicul coincide cu coordonatele unui trigger point, se aplică transformările geometrice corespunzătoare. Astfel, fiecare vehicul își ajustează automat direcția și viteza relativă.

Implementarea grafică

În bufferul de vârfuri sunt definite două forme de bază cu centrul în (0,0):

- un dreptunghi pentru vehiculele cu viteză constantă;
- un dreptunghi pentru vehiculul rapid.

Aceste forme sunt într-un sistem local de coordonate centrat în origine, ceea ce permite aplicarea ușoară a transformărilor geometrice pentru a poziționa fiecare vehicul pe circuit. Ulterior, formele sunt copiate și transformate la fiecare cadru pentru a genera întreaga scenă și pentru a simula mișcarea continuă:

- dreptunghiul pentru vehiculul lent este randat de 4 ori în scenă;
- dreptunghiul pentru vehiculul rapid este randat o singură dată.

Transformările principale sunt:

- **Translația (dx, dy):** deplasează vehiculele de-a lungul traiectoriei stabilite, actualizată în fiecare cadru pe baza vitezei și direcției de deplasare. Valoarea translației crește uniform, determinând mișcarea fluentă a vehiculelor de-a lungul segmentelor dreptunghiului.
- **Rotația:** setează orientarea vehiculului în funcție de direcția de deplasare. Aceasta asigură alinierea formei dreptunghiulare cu direcția mișcării, astfel încât vehiculul să fie orientat corect în raport cu traseul.

Inițial, vehiculele sunt translatate pe câte o latură și orientate astfel:

- $0^\circ \rightarrow$ deplasare spre dreapta;
- $90^\circ \rightarrow$ deplasare în sus;
- $180^\circ \rightarrow$ deplasare spre stânga;
- $270^\circ \rightarrow$ deplasare în jos.

Pe parcursul simulării, rotațiile suplimentare sunt aplicate doar la atingerea de trigger-points, pentru a simula virajele sau schimbările de bandă. Pentru fiecare cadru, unui model îi sunt aplicate, în această ordine, următoarele transformări:

- rotația pe axa OZ cu unghiul calculat pentru orientare
- translația pe planul XOY cu distanțele dx și dy
- proiecția ortogonală pentru a transforma coordonatele scene în NDC.

Contribuțiile membrilor echipei

Membru	Contribuții principale
Antonio Soare	A dezvoltat faza inițială a proiectului, a implementat sistemul de trigger points și a sincronizat mișcarea vehiculelor. A realizat implementarea transformărilor de bază (translație și rotație).
Mihnea Andreescu	A rafinat transformările pentru a obține mișcări fluide și tranziții naturale între cadre. S-a ocupat de optimizarea codului și de respectarea standardelor de scriere.
Ștefan Militaru	A realizat texturile grafice manual și a implementat maparea acestora în simulare, îmbunătățind calitatea vizuală și realismul proiectului.

Originalitatea și valoarea proiectului

Proiectul se evidențiază printr-o integrare echilibrată între aspectele tehnice, estetice și logice ale unei simulări grafice 2D. Prin combinarea graficii, a transformărilor geometrice și a unui sistem logic de sincronizare bazat pe trigger points, simularea oferă o reprezentare realistă a mișcării vehiculelor pe un circuit închis. Aspecte inovatoare și originale:

- Mecanismul de control prin trigger points permite o gestionare simplă, dar eficientă, a manevrelor de viraj și depășire, eliminând necesitatea unui motor fizic complex și reducând semnificativ costurile de calcul.
- Sincronizarea celor patru vehicule principale și implementarea logicii de mișcare uniformă, menținând distanțele constante și direcțiile corecte în toate cadrele.
- Codul optimizat respectă bunele practici și standardele impuse de industrie, asigurând claritate, modularitate și eficiență în execuție.
- Texturile autentice și immersive, desenate manual, amplifică senzația de realism vizual, oferind o experiență estetică consistentă și atractivă.

Prin colaborarea echipei, proiectul atinge un echilibru între performanța tehnică și calitatea vizuală, reprezentând un exemplu complet de simulare 2D coordonată, optimizată și imersivă.

