

Gravity Box

Autor:

Trușcă Luca-Marian

Profesor coordonator:

Pătru Laurențiu

Clasa a XI-a

Colegiul Național „Gib Mihăescu”, Drăgășani, Vâlcea

Prezentarea aplicației

Gravity Box este un joc minimalist de logică, precizie, și fizică pentru Android. Jucătorul controlează caracterul principal, care este o cutie afectată de gravitație. Scopul jocului este de a aduce această cutie într-un punct final – de finish – pentru a putea avansa la nivelul următor.

Pentru aceasta, jucătorul nu se poate ajuta de butoane cu care să miște cutia stânga-dreapta, deoarece ea nu poate fi controlată direct, ci este controlată prin aplicarea unor forțe exterioare – explozii.

Jucătorul este echipat cu un lansator de rachete fictiv, pe care îl poate folosi prin atingerea ecranului. Traectoria rachetei este determinată de locația în care ecranul a fost atins, relativ la poziția cutiei – dacă ecranul este atins în dreapta caracterului, racheta va fi lansată către dreapta.

Exploziile apar în locul de contact dintre rachete și obstacole, acestea împingând cutia. Cu cât explozia e mai apropiată de ea, cu atât va fi împinsă mai mult. Dacă, însă, între cutie și explozie se află un obstacol, caracterul nu va fi afectat.

Features

Din perspectiva designului nivelurilor, există mai multe mecanici implementate: obstacole care *se mișcă*, obstacole care se distrug la contactul cu racheta, obstacole plasate la un unghi – nu orizontale, cât și puncte ce trebuie colectate pentru a putea termina nivelul. Alături de obstacolele simple – cele care nu se distrug sau mișcă – am putut crea 268 de niveluri, în ciuda numărului mic de mecanici distincte.

Jucătorul are posibilitatea de a concura împotriva altor jucători, fiind implementată o *tabelă de scor* pentru fiecare nivel, sortată în funcție de numărul de mișcări în care a fost terminat. Astfel, jucătorul își poate vedea rangul, dar și procentul jucătorilor care au terminat nivelul folosind același număr de rachete sau mai puține, oferind rejucabilitate – unii jucători pot alege să își îmbunătățească aceste statistici.

Tabela de scor poate fi văzută pentru fiecare nivel, fiind afișate primele 10 ranguri, numărul de mișcări necesare pentru a le atinge, cât și procentul de jucători ce le-au atins. Ultima intrare în tabelă conține statisticile jucătorilor care au cel mult rang #10, tabela nefiind integrală.

Există un selector de niveluri sub formă de tabel, prezentând fiecare nivel pe o linie a acestuia numărul nivelului, rangul atins, cât și procentul jucătorilor în care ești încadrat cu acest rang. Formatul ales este unul de tabel pentru a permite sortarea în funcție de coloane, cea mai importantă fiind sortarea în funcție de rang ce facilitează îmbunătățirea acestei statistici.

Jocul prezintă și un selector de niveluri succesiv – poți alege nivelul precedent sau ulterior celui curent. Acesta este și unul circular, putând ajunge direct la primul nivel de la cel curent fapt ce poate fi folosit de jucători când prezintă aplicația prietenilor.

Jucătorul are posibilitatea de a sări niveluri, în caz că nu le poate termina din cauza dificultății, urmărind o reclamă de 30 de secunde. Acest lucru poate fi făcut o dată la 30 de secunde, pentru a nu fi folosit excesiv.

Între niveluri, o dată la cel puțin 2.5 minute, o reclamă (interstitial ad) va fi afișată. Acesta reprezintă o sursă de venit, alături de rewarded ads-urile menționat anterior. Totuși, cea mai mare parte din venitul din reclame – 77% – provine din reclamele de 30 de secunde.

Pentru a elimina reclamele, jucătorul poate plăti o sumă la alegere: \$1,99, \$4,99, \$7,99, \$14,99 sau \$24,99. Astfel, atât reclamele dintre niveluri, cât și reclamele ce apar când sari un nivel dispar. Cele 5 sume diferite înseamnă că jucătorul poate plăti mai mult, nu mai puțin, \$1,99 fiind un cost minim corect, relativ la prețurile din alte jocuri similare.

La al 14-lea nivel, jucătorul este întrebat dacă dorește să evalueze jocul, putând alege da, mai târziu, sau *niciodată*. Acest feature ușor de implementat a adus jocului, în prezent, 9500 de ratinguri, adică 18% din cei 53700 de jucători au dat rate.

În meniu, este prezent un buton de rate, care redirecționează jucătorul către pagina de Google Play, facilitând evaluarea jocului. Alături de feature-ul menționat anterior, a ridicat procentul utilizatorilor care au apreciat aplicația.

Jocul prezintă un editor de niveluri integrat în aplicație, pe care l-am folosit pentru a crea cele 268 de niveluri. Totuși, acesta este prezent doar în versiunea de debug¹, deoarece nu am considerat că este suficient de bine implementat cât să fie inclus în joc. De altfel, nu există, în prezent, o metodă de a distribui nivelurile create.

Când jucătorul termină toate nivelurile, îi sunt afișate statistici referitoare la joc², precum timpul în care a fost terminat, numărul de rachete folosite, numărul de restart-uri, numărul de platforme distruse. Acestea nu doar că sunt interesante, dar sunt și un pretext de a distribui jocul cu alții, făcând un screenshot.

Analiza pieței

Gravity Box a fost creat inițial pentru un concurs online de programat jocuri în 48 de ore numit Game Maker's Toolkit Jam 2018³, gameplay-ul din acea versiune fiind același cu cel din prezent – o diferență majoră este că rulează în browser, și nu pe mobile, fiind puțin mai greu de controlat.

¹ Poate fi descărcată de pe [GitHub](#), *gravity-box-1.x.jar*

² [Exemplu](#) de statistici afișate la completarea tuturor nivelurilor

³ [Link](#) către versiunea făcută pentru GMTK Jam 2018

La acest concurs, după jurizare⁴, jocul s-a clasat pe locul 152 din 1037, cu o notă de 3,817 din 5 – din 82 de voturi. Acest rezultat nu este, însă, ceea ce m-a determinat să continui să lucrez la joc.

Ceea ce m-a făcut să nu abandonez proiectul a fost succesul online al jocului. După ce am terminat de lucrat la joc și cele 48 de ore au trecut, am postat un GIF cu el pe două site-uri, Imgur și Reddit. Aceste postări au ajuns destul de populare, fiind văzute de aproximativ 900.000 de oameni⁵. În acea zi, jocul a fost jucat de 18.700 de playeri.

Atunci am realizat că pot promova jocul foarte ușor online, fără să plătesc nimic, fiind deci un proiect la care merita să lucrez mai mult și să îl public pe mobile. Dacă nu era promovabil, ar fi fost abandonat, fiindcă fără promovare ar fi ajuns una dintre cele 36,3% din aplicațiile de pe Google Play cu mai puțin de 100 de descărcări⁶.

Când am terminat de lucrat la versiunea pe Android, în iulie 2019, am făcut o nouă postare pe Reddit⁷. De data aceasta, postarea a ajuns pe prima pagină a site-ului, fiind văzută de aproximativ 2,4 milioane de oameni⁸. În acea zi, jocul a fost descărcat de 31700 pe Android, iar versiunea de web a fost jucată de 31600⁹.

Elemente distinctive

Jocurile în care trebuie să aduci un caracter afectat de fizică la un punct de finish nu sunt noi. Distinctiv în Gravity Box este modul în care controlezi acest caracter, diferit de toate celelalte jocuri – prin exploziile menționate anterior. Deși este o modalitate de control neregăsită în altă parte, nu înseamnă că nu este și una bună. De fapt este perfectă pentru mobile, putând controla caracterul apăsând oriunde pe ecran.

Distinctiv este și modul în care arată jocul, fiind unul plăcut și simplu de înțeles, chiar dacă nu ai jucat niciodată jocul. Designul este inspirat dintr-un joc numit *∞ Infinity Loop*^{10 11}. Nu este luată nicio textură din el, toate fiind făcute de mine, însă stilul este, clar, foarte similar.

⁴ Jurizarea este făcută de participanți, fiecare putând evalua jocurile celorlalți

⁵ Postarea de pe [Imgur](#) a fost văzută de [258.000](#), iar cea de pe [Reddit](#) de mai mult de 600.000 – în trecut puteai vedea numărul de vizualizări la o postare, au scos recent acest feature

⁶ Conform [AppBrain](#); de asemenea, 63,8% dintre aplicațiile de pe Google Play au mai puțin de 1000 de descărcări

⁷ [Link](#) către postarea de pe Reddit din 2019

⁸ Reddit nu mai permite să vezi numărul de vizualizări ale unei postări – am aproximat numărul de vizualizări ținând cont de numărul de upvote-uri ale postării raportat la cel al postării precedente, când încă puteai să vezi acest număr; e probabil să fie mult mai mare, postarea ajungând pe front-page

⁹ Versiunea de web fiind cea făcută în 48 de ore pe care am inclus-o în postare fiindcă poate cei cu iOS voiau să încerce jocul

¹⁰ [Link](#) către pagina de Google Play a *Infinity Loop*

¹¹ Developer-ul jocului *Infinity Loop*, Jonas Lekevicius, nu pare să aibă o problemă cu faptul că m-am inspirat, doar [mulțumindu-mi pe pagina de GitHub](#) că i-am menționat jocul la secțiunea de *Acknowledgments*

Arhitectura aplicației

În proiectarea aplicației, limbajul de programare folosit este [Kotlin](#), un limbaj JVM. Inițial¹², proiectul folosea Java, dar am făcut trecerea la acest limbaj fiindcă este unul mai concis, cât și limbajul oficial al Android¹³.

Pentru dezvoltarea jocului propriu-zis, framework-ul ales este [LibGDX](#), fiind familiar cu acesta, dar și fiindcă este unul dintre framework-urile cu o comunitate mai mare, existând, deci, numeroase tutoriale. De asemenea, alegând acest framework, aplicația poate fi portată pe majoritatea platformelor, inclusiv iOS.

Pentru managementul dependențelor proiectului într-o manieră automată am folosit [Gradle](#). Acesta permite compilarea proiectului de către oricine, fără a declara vreo bibliotecă manual, ușurând acest proces. De asemenea, oferă capacitatea de a realiza automat anumite sarcini, precum crearea fișierului .apk, prin rularea unei singure linii în consolă.

Jocul este construit modular, folosind [Ashley](#), o bibliotecă specifică LibGDX. Ea permite utilizarea modelului arhitectural ECS (Entity-Component-System), un model superior programării orientate pe obiecte în dezvoltarea jocurilor¹⁴, evitându-se moștenirea claselor¹⁵.

Pentru o mai bună structurare a codului, am folosit [KTX.Inject](#), o bibliotecă pentru injecția dependențelor din cod. Aceasta permite evitarea variabilelor globale (la nivel de proiect), cât și „plimbarea” obiectelor din clasă în clasă, ele fiind furnizate automat în locațiile în care sunt folosite.

O mare parte din modulele Firebase sunt folosite. Importante sunt [Firebase Ads](#) pentru furnizarea de reclame, [Firebase Crashlytics](#) pentru monitorizarea stabilității, și [Firebase Performance Monitoring](#) pentru monitorizarea performanței aplicației.

[Firebase Realtime Database](#) a fost folosit în implementarea tabelii de scor, fiind o bază de date scalabilă NoSQL în cloud, ce a permis adăugarea unui astfel de sistem cu ușurință, fără a avea de a face manual cu vreun server.

Pentru validarea jucătorilor a fost folosit API-ul [Firebase Authentication](#), ce îmi asigură că cererile făcute la baza de date a tabelii de scor provin dintr-o versiune oficială, și nu una modificată.

Stabilitatea aplicației

Firebase Crashlytics, serviciul ce îmi permite să monitorizez stabilitatea jocului, îmi poate oferi și un număr exact: 98.41% dintre toți jucătorii și 99.56% dintre cei din

¹² Versiunea făcută în 48 de ore pentru game jam.

¹³ Android suportă până la Java 8, lansat acum 4 ani, pe când este compatibil cu ultima versiune de Kotlin

¹⁴ [Exemplu](#) de problemă ce poate fi întâlnită în OOP game development

¹⁵ [Modul](#) în care problema menționată e rezolvată utilizând ECS

ultimele 7 zile sunt crash-free, ce indică faptul că aplicația este stabilă. Același lucru este sugerat și de rating-ul bun al jocului de pe Google Play.

Aplicația rulează bine, fără a avea lag cauzat de memory leaks. Pentru a depista problemele legate de memorie a fost folosit [Android Profiler](#) oferit de [Android Studio](#). Consumul bateriei este unul minim, după cum poate să reiasă și din review-uri, fiind un joc simplu. Rețeaua este folosită cât mai puțin, singurul moment în care se actualizează tabela de scor cu noi valori fiind când pornește aplicația, o dată la 12 ore.

Din punct de vedere al spațiului pe disk folosit, aplicația este foarte mică, având doar 4MB la descărcare. Acest lucru se datorează faptului că a fost folosit un game framework, LibGDX, fiind mai mic, și nu un game engine, precum Unity sau Unreal Engine.

Securitatea aplicației

Tabela de scor este singurul feature din joc ce are nevoie de securitate, întrucât aceasta poate afecta toți jucătorii dacă este compromisă, determinându-i pe unii poate chiar să dezinstaleze aplicația. Astfel, au fost luate anumite măsuri.

API-ul oferit de [Firebase Realtime Database](#) nu prezintă probleme de securitate, o posibilă grijă fiind, deci, asigurarea că cei care o accesează și modifică sunt utilizatori ce provin dintr-o versiune oficială, nemodificată a jocului, pentru care s-a folosit [Firebase Authentication](#).

Baza de date oferită de Firebase permite utilizarea unor reguli referitoare la cine o poate citi/modifica și cum. Astfel, doar jucătorii autentificați prin Firebase o pot accesa, iar regulile de modificare sunt stricte. De exemplu, numărul de jucători care au terminat un nivel într-un anumit număr de mișcări poate fi crescut sau scăzut cu nu mai mult de 1.

Instalând anumite aplicații, unii jucători pot modifica memoria jocului. De exemplu ar putea să modifice variabila ce conține numărul de mișcări, făcând-o mai mică, astfel compromițând tabela de scor dacă acest număr este adăugat. Pentru aceasta, există o copie criptată și semnată a variabilei, și în fiecare moment este comparată cu originalul. Dacă diferă, înseamnă că memoria a fost modificată din exterior, și jucătorul este soft-banned (poate citi tabela de scor, dar nu o poate modifica).

De asemenea, dacă un jucător rulează aplicația pe o versiune rootată de Android, este soft-banned implicit, imediat ce pornește aplicația, pentru a elimina orice fel de probleme pe care ar putea să le cauzeze. Un jucător soft-banned nu are cum să știe că este banat, deoarece jocul se comportă exact la fel.

Fișierul în care este salvat progresul jocului are valorile criptate și semnate, pentru a nu permite modificarea atât de ușoară a acestuia. Aceasta este o modalitate comună de trișare folosită de jucătorii cu acces root pe Android.

Testarea aplicației

Modalitatea de testare cel mai mult folosită este soluția oferită de Firebase, [Test Lab](#). Aceasta permite testarea jocului înainte de publicare, pentru a mă asigura ca rulează fără probleme și pe alte dispozitive, nu doar pe cel de test.

Pentru testarea performanței se folosește Android Profiler, ce îmi permite să văd consumul de memorie, procesor, baterie și rețea a jocului, și să văd ce efecte au posibile modificări.

Sunt folosite Issues pe [GitHub](#) pentru bug tracking, cât și Labels pentru a sorta problemele în funcție de prioritate, status (in progress / completed / etc.), și tip (bug / enhancement / etc.). În prezent există peste 70 de probleme create.

Sistem de versionare

Soluția aleasă pentru acest proiect este Git, repository-ul fiind hostat pe [GitHub](#). Acesta este folosit pe cât de mult posibil. Astfel, există peste 1100 de commits, 35+ de release-uri, peste 70 de issues, și se urmează modelul de structurare Gitflow¹⁶.

Roadmap

Gravity Box, în prezent, este un joc complet, fără feature-uri importante care să lipsească. Voi continua, însă, să lucrez la el, în plan fiind următoarele:

- *Îmbunătățirea paginii de Google Play* – prin testare A/B a icon-ului și screenshot-urilor din descriere
- *Portarea aplicației pe iOS*
- *Muzică și efecte sonore* – jocul nu are niciun sunet
- *Share GIF* – jucătorul să aibă posibilitatea de a distribui un GIF cu modul în care a terminat un nivel, pentru a-l distribui prietenilor
- *Gestures* – opțiunea de a restarta un nivel printr-un gest asemănător unui pull-to-refresh

Testimoniale

Jocul a primit foarte multă atenție online – 2700 de comentarii în total la cele trei postări, dar și 5020 de review-uri¹⁷ pe Google Play, existând, deci, multe testimoniale ce îl recomandă, precum acesta:

„Absolutely adore it! Everything feels nice, consistent, and intentional. If I failed a try at something, I know it's on me and can try many other ways to solve the puzzles, sometimes a way that didn't seem would work. The fact that it doesn't even need many words or an explicit tutorial and yet still gets you quickly and effectively familiarized with

¹⁶ [Scurtă introducere](#) a modelului de branching Gitflow

¹⁷ 53.4% din jucătorii care au evaluat aplicația au scris și un review

the mechanics shows skill. I really can't express how much I love it. Keep up the really *good work!*"

Aplicația a ajuns să fie menționată și în presa online, precum în următoarele articole și videoclipuri:

[16 best new \(and 1 WTF\) Android games released this week](#) – Android Police

[50 of the best Android games for kids between the ages of 2-8](#) – Android Police

[Best apps and games for the week \[July 1, 2019\]](#) – The Android Soul

[Best 8 Free Games Published This Week \(Android\)](#)¹⁸ – Webtekno

[Top 40 New Games for Android \(Updated 11 July 2019\)](#)¹⁹ – VivanticPlus

[The Best Android Apps of the Week \(07/18/2019\)](#)²⁰ - Canaltech

[Best Android Apps - July 2019!](#) – HowToMen, YouTube, 282.000 vizualizări

[TOP 10 FREE Android Games of the Month - July 2019](#) – GT Gaming, YouTube, 67.000 vizualizări

Ghid de instalare

În prezent, Gravity Box poate fi instalat doar pe Android²¹, de pe pagina de [Google Play](#). Există și o versiune care poate fi rulată pe Desktop (Windows/Linux/macOS), descărcând-o de pe pagina de [GitHub](#) – este nevoie de Java instalat.

Pentru a compila singur jocul, se urmează instrucțiunile menționate în [README](#)-ul paginii de GitHub, în secțiunea Running the game.

¹⁸ Titlu original în turcă: *Bu Hafta Yayınlanan 8 Ücretsiz Oyun (Android)*

¹⁹ Titlu original în spaniolă: *Top 40 Nuevos juegos para Android (Actualizado 11 Julio 2019)*

²⁰ Titlu original în portugheză: *Os melhores apps Android da Semana (18/07/2019)*

²¹ Nu și iOS