

Igra Angry Birds v realnem času in prostoru

↓↓↓

DOMINIK ROBIČ IN ROBERT REPNIK

→ Vsi najverjetneje poznamo igro Angry Birds, ki velja za eno najbolj priljubljenih iger. Namen igre je, da s čim manj jeznimi ptiči (od tod ime igre), ki jih izstrelimo iz ogromne frače, zadenemo čim več tarč - zelenih prašičev, pri čemer nas ovirajo pregrade iz različnih materialov [1]. S kasnejšo analizo se sicer da ugotoviti, da bi bili ptiči v igri veliki okoli 0,5 m, kar je nerealno, pa tudi zelenih prašičev ne poznamo, zato moramo upoštevati zabavni namen te računalniške igre. Zato bomo izstreljene ptiče v nadaljevanju obravnavali kot izstrelke v fizikalnem smislu. Igra je sicer namenjena predvsem zabavi, a le malokdo se zaveda, da igra temelji na fizikalnih zakonih o gibanju izstrelka. Kar pomeni, da se lahko ob uporabi programske opreme tudi kaj naučimo. V našem primeru nas zanima, kako bi se igra Angry Birds odvijala v realnih razmerah in kako bi to ob uporabi brezplačnih računalniških programov preverili.

Kaj potrebujemo?

Za analizo podatkov potrebujemo programa LoiLo Game Recorder in Tracker, ki ju lahko snamemo s spleta iz njunih uradnih spletnih strani.

LoiLo Game Recorder

LoiLo Game Recorder (slika 1) je brezplačen program, ki nam omogoča, da lahko posnamemo posnetek leta izstrelka, s katerim bomo izvajali meritve [2]. Ker nas zanima, kje se izstrelki nahajajo v nekem trenutku, je pomembno, da izstrelke izstrelimo tako, da ne zadene pregrade in da se v času snemanja zaslon osvežuje s hitrostjo najmanj 30 slik na sekundo. To nam omogoča prikaz tekočega gibanja izstrelka na



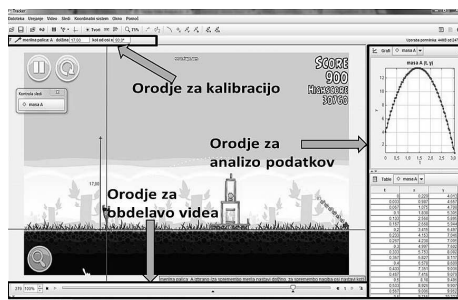
SLIKA 1.

Grafični vmesnik programa LoiLo Game Recorder, kjer lahko nastavimo število slik pri osveževanju zaslona ter datoteko kamor posnetek shranimo.

zaslonu [3]. Posnetek shranimo in ga uporabimo za analizo podatkov s programom Tracker.

Tracker

Tracker, prikazan na sliki 2 [4], je brezplačen program, ki se pogosto uporablja za analizo podatkov pri fizikalnih eksperimentih. Zaženemo ga lahko kar iz našega USB diska in ga ni potrebno nameščati na trdi disk računalnika. Obvezno pa moramo imeti na računalniku nameščen program Java 1.6 ali kasnejše različice ter program za predvajanje videov QuickTime7 ali Xuggle, ki sta tudi brezplačna. Ponuja nam več orodij, med katere spadajo orodje za kalibracijo, s katerim lahko poljubno določimo enoto razdalje (v našem primeru smo za enoto uporabili višino frače) in lego opazovanega telesa glede na koordinatni sistem, orodje za analizo podatkov, ki nam omogoča beleženje podatkov v grafu in tabeli, orodje za obdelavo videov, s katerim popravimo napake posnetkov, ter orodje za sledenje predmetov na posnetku. Pred-



SLIKA 2.

Grafični vmesnik programa Tracker ponuja več orodij. Pri izvajanju meritev smo uporabljali: orodje za kalibracijo, orodje za analizo podatkov, orodje za obdelavo videa ter orodje za sledenje predmetov [4].

postavili smo, da je čas v igri enak času v realnosti ter da bi bili enaki razdalji iz realnosti v x in y smeri tudi v igri prikazani kot enako dolgi v obeh smereh. V našem primeru smo najprej uvozili posnetek, ki smo ga posneli s programom LoiLo Game Recorder v program Tracker, kjer smo z orodjem za sledenje analizirali let izstrelka.

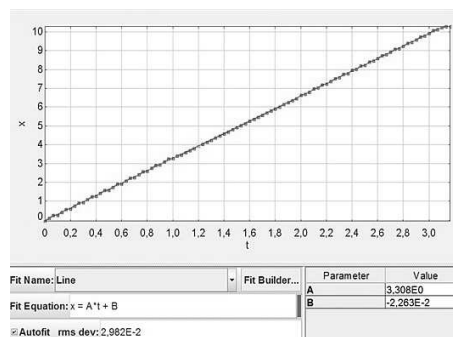
Gibanje izstrelka v realnem prostoru

Pri izstrelitvi izstrelka s frače pod kotom glede na smer gravitacijskega pospeška vemo, da obravnavamo poševni met, ki je primer gibanja v dveh dimenzijah. Izstrelko izstrelimo z začetno hitrostjo pod nekim kotom. Kot običajno merimo glede na vodoravnico. Začetna hitrost ($\vec{v}_0$) ima vodoravno in navpično komponento:

$$\vec{v}_0 = (v_{0x}, v_{0y}), \quad (1)$$

kjer je v_{0x} velikost vodoravne in v_{0y} velikost navpične komponente začetne hitrosti izstrelka [5]. Če zanemarimo upor zraka, je edina sila, ki deluje na izstrelko med gibanjem skozi zrak, gravitacijska sila. Zato je pospešek izstrelka ($\vec{a}$) enak gravitacijskemu pospešku na površju Zemlje, čigar smer kaže navpično navzdol [6]. Ker ima pospešek le navpično komponento, se med letom vodoravna komponenta hitrosti s časom ne spreminja. Premik izstrelka v vodoravni smeri ob nekem času t zapišemo kot:

$$x - x_z = v_{0x}t, \quad (2)$$



SLIKA 3.

Vodoravna komponenta lege (x) v odvisnosti od časa (t). Odvisnost je linearna; vodoravna komponenta hitrosti (koeficient A) znaša 3,31 enot/s.

kjer je x komponenta lege v vodoravni smeri ob času t in x_z začetna komponenta lege (ob času $t = 0$). Upoštevamo kot Θ , pod katerim smo izstrelko izstrelili, in dobimo vodoravno komponentno lege ob času t :

$$x = (v_0 \cos \Theta)t + x_z, \quad (3)$$

pri čemer je vodoravna komponenta hitrosti enaka $v_{0x} = v_0 \cos \Theta$. Odvisnost vodoravne komponente lege od časa je linearna, kar potrjuje tudi meritve, kjer izmerimo v_{0x} , ki v našem konkretnem primeru znaša 3,31 enot/s (slika 3).

Gibanje izstrelka v navpični smeri je enakomerno pospešeno, zato lahko premik ptiča v navpični smeri zapišemo:

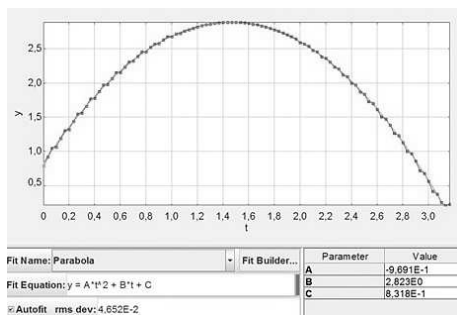
$$y - y_z = v_{0y}t + \frac{1}{2}at^2, \quad (4)$$

kjer je y_z začetna komponenta lege izstrelka v navpični smeri ob času $t = 0$ in y komponenta lege v navpični smeri ob času t . Iz enačbe (4) izrazimo navpično komponento lege ob času t :

$$y = (v_0 \sin \Theta)t - \frac{1}{2}gt^2 + y_z, \quad (5)$$

kjer upoštevamo, da je $a = -g$ in $v_{0y} = (v_0 \sin \Theta)$ [5]. Vidimo, da je odvisnost navpične komponente lege od časa kvadratna, kar smo dobili tudi pri meritvah. Izmerili smo $a/2$ (koeficient A na sliki 4), ter izračunali pospešek, ki znaša $-1,9$ enot/s². Izmerili smo tudi navpično komponento začetne hitrosti (koeficient B na sliki 4), ki znaša 2,8 enot/s, in višino,





SLIKA 4.

Iz koeficienta A določimo pospešek, koeficient B je enak navpični komponenti začetne hitrosti, koeficient C pa je enak višini izstrelitve.

od koder smo izstrellek izstrelili, ki znaša 0,8 enote (koeficient C na sliki 4).

Postavitev igre Angry birds v realni čas na Zemlji

Meritve so pokazale, da je pospešek izstrelka v navpični smeri enak $-1,9$ enot/s² (slika 4). Če bi okolje igre preselili v realni čas in prostor, lahko koeficient A na sliki 4 povežemo z gravitacijskim pospeškom na Zemlji, ki znaša $9,8$ m/s² [6]. Vrednost koeficienta A je podana v enotah in je enaka $-g/2$. Tako dobimo velikost enote v igri, ki znaša $5,1$ m v naravi. Ker smo višino frače izbrali kot osnovno enoto, bi bila frača v naravi visoka kar $5,1$ m. Sedaj lahko izračunamo navpično komponento začetne hitrosti, tako, da koeficient B na sliki 4 pomnožimo s $5,1$ m in dobimo $v_{0y} = 14,2$ m/s. Enako storimo za komponento hitrosti v vodoravni legi (A na sliki 3) in dobimo $v_{0x} = 16,7$ m/s. Sedaj lahko izračunamo velikost začetne hitrosti izstrelka:

$$v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2}, \quad (6)$$

ki v našem primeru znaša $= 21,9$ m/s. Zanima nas tudi začetna višina (y_z), s katere smo izstrellek izstrelili. Ta je $0,8$ enote (slika 4), torej je $y_z = 4,2$ m. Ko smo izračunali začetno višino, lahko izračunamo maksimalno višino leta (h), ki jo izstrellek doseže:

$$h = \frac{v_{0y}^2}{2g} + y_z. \quad (7)$$

Iz meritev (slika 5) razberemo maksimalno višino, ki znaša $2,9$ enot, kar ustreza $14,5$ m. Opazimo, da se

meritve ujemajo z izračunano vrednostjo. Zanimalo nas je tudi, kako daleč smo izstrellek izstrelili. Preden lahko izračunamo domet izstrelka, potrebujemo kot (Θ), pod katerim smo ga izstrelili. Kot izračunamo iz razmerja komponent začetne hitrosti:

$$\Theta = \tan^{-1} \left(\frac{v_{0y}}{v_{0x}} \right) \quad (8)$$

in v našem primeru dobimo $\Theta = 40,4^\circ$ [5]. Za izračun dometa potrebujemo enačbo za tir gibanja. Iz enačbe (2) izrazimo čas leta:

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \Theta}, \quad (9)$$

pri čemer smo upoštevali, da je $x_z = 0$ in vodoravna komponenta hitrosti $v_{0x} = v_0 \cos \Theta$. Izraz vstavimo v enačbo (5) in dobimo enačbo za tir gibanja, ki je parabola:

$$y = (\tan \Theta)x - \frac{x^2 g}{2v_0^2 \cos^2 \Theta} + y_z. \quad (10)$$

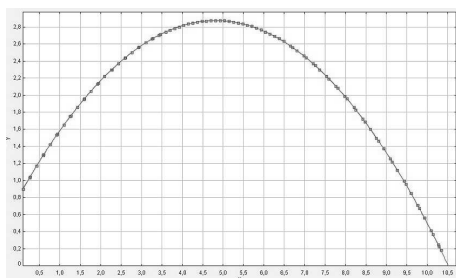
V našem primeru so tla vodoravna, zato predpostavimo, da je navpična komponenta lege enaka nič v trenutku, ko izstrellek trči ob tla, ta pa so vodoravno vzporedna s spodnjim delom frače. Razdalja v vodoravni smeri, ki jo izstrellek pri tem prepotuje, je enaka dometu (d). Po izračunu diskriminante kvadratne enačbe izrazimo domet:

$$d = \frac{v_0 \cos \Theta}{g} \left(v_0 \sin \Theta + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \Theta + 2g y_z} \right). \quad (11)$$

Izračunamo domet in dobimo $d = 52,8$ m [7]. Podoben rezultat dobimo pri meritvah, kjer izmerimo domet $10,5$ enot, kar ustreza $53,0$ m (slika 5). Domet, ki smo ga izračunali, ni povsem enak izmerjenemu dometu, kar je odraz napake meritev. Se pa obe vrednosti dobro ujemata.

Kaj smo se naučili?

S pomočjo igre Angry Birds smo obravnavali gibanje ptiča (oziroma izstrelka) v igri in ugotovili, da ga lahko opredelimo kot poševni met. Iz meritev smo razbrali, da je gibanje izstrelka brez upoštevanja zračnega upora v vodoravni smeri enakomerno, v navpični smeri pa je enakomerno pospešeno, saj


SLIKA 5.

Odvisnost navpične komponente lege izstrelka (y) od vodoravne komponente lege (x). Opazimo, da je tir gibanja parabola. Iz grafa odčitamo domet, ki znaša 10,5 enot ter maksimalno višino, ki jo izstrelak doseže, to je 2,9 enot.

je pospešek konstanten. Pri meritvah smo najprej izbrali enoto (izbrali smo višino frače), nato pa izmerili pospešek v navpični smeri ($-1,9$ enot/ s^2), navpično komponento začetne hitrosti (2,8 enot/ s) ter višino (0,8 enot), s katere smo izstrelak izstrelili (slika 4). Ugotovili smo, da je odvisnost navpične komponente lege y od vodoravne komponente lege x kvadratna, zato je tir gibanja parabola. Igro smo nato predstavili v realen čas in prostor, pri čemer smo v analizi gibanja izstrelka predpostavili, da je čas v igri enak času v realnosti in da ni razlik v merilih prikazovanja razdalj v x in y smeri v igri glede na realni prostor. Tako smo izračunali, kolikšna bi bila realna dimenzija izbrane enote razdalje v igri in ugotovili, da ena enota v našem primeru ustreza 5,1 m. Nato smo lahko izračunali začetno hitrost (21,9 m/ s), kot ($40,4^\circ$), pod katerim smo izstrelak izstrelili, maksimalno višino (14,5 m) in domet (52,8 m). Razultate smo primerjali z meritvami, in dobili dobro ujemanje.

Uporabnost igre

S fizikalnim znanjem in uporabo programske opreme smo pokazali, da igra Angry Birds ni zgolj igra za zabavo v prostem času, ampak tudi igra, ki je zasnovana po fizikalnih zakonih in se lahko ob njej marsikaj naučimo, in sicer uporabe različnih računalniških orodij in seveda fizike. V našem primeru smo analizirali poševni met. Igra pa vsebuje tudi primere iz mnogih drugih fizikalnih področij, kakor na pri-

mer delovanje sil, uporabo Newtonovih zakonov, gibanje, trenje, kroženje, spreminjanje gravitacijskega pospeška, delo, energije in vzgon [8].

Naloga

Predlagamo, da bralec poskusi ponoviti postopek in z izbiro neke druge enote izvede kalibracijo igre ter iz meritev izračuna velikost svoje izbrane enote razdalje v igri, začetno hitrost izstrelka, kot, pod katerim je izstrelak izstrelil, maksimalno višino leta izstrelka in domet. Lahko pa preveri tudi druga fizikalna področja, ki jih igra vsebuje.

Literatura

- [1] Angry Birds Ltd, Rovio Entertainment, Elektronski, <http://www.rovio.com/en/our-work/games/view/1/angry-birds>, ogled: 21. 9. 2014.
- [2] LoiLo, *LoiLo Game Recorder*, Elektronski, <http://loilo.tv/us/>, ogled: 31. 1. 2015.
- [3] V. Beal, *fps/FPS*, QuinStreet Inc., Elektronski, <http://www.webopedia.com/TERM/F/fps.html>, ogled: 23. 8. 2014.
- [4] D. Brown, *Tracker: Video analysis and modeling tool*, elektronski, <http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>, ogled: 5. 5. 2014.
- [5] D. Haliday, R. Resnick in J. Walker, *Fundamentals of Physics*, 8th edition, Cleveland: John Wiley & Sons, 2007.
- [6] R. Allain, *The Physics of Angry Birds*, WIRED.com, elektronski, <http://www.wired.com/2010/10/physics-of-angry-birds/>, ogled: 10. 2. 2015.
- [7] D. McClung, *Projectile of a Cliff*, Elektronski, http://www.themcclungs.net/physics/download/H/2_D_Motion/Projectile\%20Cliff.pdf, ogled 18. 1. 2016.
- [8] R. Repnik, D. Robič in I. Pesek, *Physics Learning in Primary school with Computer Games-An Example-Angry Birds*, v E-Learning – Instructional Design, Organizational Strategy and Management, InTech, 2015.

× × ×