­

Titel (fysikaliskt fenomen)

Inlämningsuppgift i Spelfysik

Grundnivå 3 högskolepoäng

Höstterminen 2013

Sebastian Zander

Innehållsförteckning

1 Fysikaliskt fenomen 1

2 Simuleringsmodell 2

2.1 Underrubrik 2

2.2 Figurer 2

3 Implementation 3

4 Utvärdering 4

4.1 Tabeller 4

5 Diskussion och slutsats 5

5.1 Förbättringsförslag 5

Referenser 6

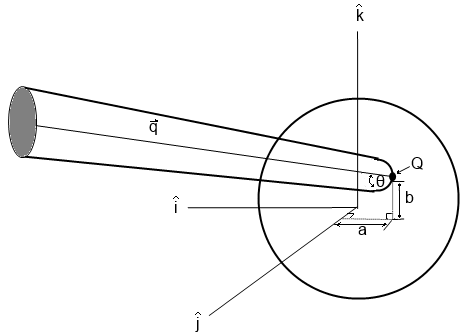
# Fysikaliskt fenomen

Det fysikaliska fenomen som tas upp i denna rapport är hur en stillastående biljardkula efter stöt beter sig.

[I detta kapitel presenteras det fysikaliska fenomenet: vad det rör sig om för problem, hur det beskrivs fysikaliskt. Här skall referenser anges till källor som är relevanta (inte enbart Wikipedia eller kursbok).]

## Stöt

En billjardkula kan sättas i rullning från en stöt av en billjardkö (även vid kollision från annan kula, som ej behandlas här). Stöten kan beskrivas med parametrarna *a*, *b* och *θ* som viasas i Figur 1 samt *V0*, vilket är köns hastighet direkt vid stöd. (Leckie, W & Greenspan, M, 2006)



Figur 1

Vinkeln *θ* beskriver köns vinkel mot det horisontella planet (-). Punkten *Q* ligger även på ett avstånd *c* från kulans mittpunkt längs -axeln, där . Således är alltså .

Utgångshastigheten beräknas utifrån dessa värden. Newton’s andra lag integreras för att ge kulans hastighet efter köslaget. Kollisionstiden under stöttiden antags vara försvinnande kort, vilket förenklar beräkningarna men visar sig även vara empiriskt korrekt i ordningen 200 mikrosekunder i köslag på 1 m/s enligt Marlow (1995) (refererad i Leckie, W & Greenspan, M, 2006, s. 216). Givet ett sådant antagande kan kraften behandlas som en elastisk impuls och integrationenen av Newton’s andra lag över en kort tid ger att (Leckie, W & Greenspan, M, 2006).

Kulans utgångshastighet ges då som:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1) |

Kraften F fås enligt Leckie, W & Greenspan, M (2006), av:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (2) |

då R är kulans radius, m kulans massa och M köns massa. Vinkelhastigheten fås med liknande resonemang som hastigheten:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (3) |

där tröghetsmomentet för kulan.

## Glidande och rullande kula

Direkt efter stöt befinns sig kulan i ett glidande läge. Kulan har vid varje givet tillfälle en hastiget och en vinkelhastighet. Dessa två hastigheter kan vara riktade i olika riktningar. Allteftersom att kulan glider över bordet ändras dessa hastigheter beroende på friktionen mellan kulan och bordet. Vid en viss tid kommer de två hastigheterna att match varandra () och kulan övergår till ett rullande läge och friktionen mellan kulan och planet försvinner nästan helt (Cross, R., 2012). är friktionskoefficiententen för den glidande kulan, vilken generellt är skilt från friktionskoefficienten vid rullning, . Typiska värden i billjard för 0.15 – 0.4 är generellt ungefär och värden för är ungefär 0.005 – 0.015 ([Alciatore](http://billiards.colostate.edu/dr_dave.html), D, n.d.).

Marlow, enligt Leckie, W & Greenspan, M, 2006, s. 217, använder en relativ hastighet vid den punkt där kulan vidrör bordet för att beskriva vilket läge kulan befinner sig i:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (4) |

Kulan befinner sig i glidande läge när och i rullande läga när .

## Glidande kula

Enligt Leckie, W & Greenspan, M, 2006 ges kulans position , hastighet och vinkelhastigheten i glidande läge av formlerna:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (5) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (6) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (7) |

Den relativa hastigheten kan enligt formlerna ovan även beskriva som:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (8) |

kan beräknas med föregående formel för . Ekvationerna är uttryckta i kulans referensram, därav subskriptet *B*, så att -axeln är riktad mot kulans rörelseriktning. För att finna positionen för kulan i bordets referensram kan en rotationsmatris appliceras:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (9) |

Tiden för det glidande stadiet av kulan ges av funktionen:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (10) |

## Rullande kula

Den rullande kulans läge beskrivs av:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (11) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (12) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (13) |

# Simuleringsmodell

Simuleringen ignorerar rörelse i -axeln och kulan rör sig således endast i --planet.

Simuleringen använder euler-integrering genom derivering av , så att och . Den enda kraften som agerar på kulan, och därmed accelerar kulan () är friktionskraften. Friktionskraften ges av:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (14) |

Den relativa hastigheten visar rörelsen för den spinnande kulans kontaktpunkt på bordet. Friktionskraften sker i motsatt riktning till denna hastighet:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (15) |

Med Newton’s andra lag ger detta förändringen i hastighet med tiden:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (16) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (17) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (18) |

Vinkelhastighetens förändring med tiden går på liknande vis att få fram med hjälp av friktionsvridmomentet, :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (19) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (20) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (21) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (22) |
|  |  |  |
|  |  | (23) |

Där .

Formell (8) antyder att den relativa hastigheten aldrig ändrar riktning. Eftersom att endast riktningen används för att uppdatera vinkelhastigheten och hastigheten så skulle det räcka med att räckna ut endast en gång. Magnituden är dock viktig för att ta reda på när kulan börjar rulla. kan då användas och fås, från formell (8), till:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (24) |

blir då irrelevant att räkna på under uppdatering av kulan sålänge simuleringen inte kommer simulera spinn visuellt. Detta kan även ge fördelar rent beräkningsmässigt. Kulan börjar rulla så snart , eftersom att någon gång mellan t och t + . På detta vis kan simuleringen ändra kulans läge från spinnande och rullande, vilket påverkar vilken friktionskoefficient som ska användas. Under rullande läge är friktionskraftens riktning riktad i motsatt riktning till hastigheten så istället gäller, under detta stadie, för , men friktionskoefficienten för rullande kula:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (18) |

Värdena i simuleringen kan jämföras med de exakta värdena från formlerna i kapitel 1: Fysikaliskt fenomen, för att kontrollera korrekthet.

[ I detta kapitel presenteras hur fenomenet kan modelleras för realtidssimulering. Referera även källor här till de centrala påståendena. Detta kapitel skall beskriva om simuleringen är 2D/3D, vilka metoder för kollisionsdetektering/hantering som används, vilken integreringsmetod som används mm]

# Implementation

[Detta kapitel beskriver övergripande implementation. Det kan vara vilken grafikmotor som används, klassdesign och var olika delar hanteras. Endast i undantagsfall behöver kod citeras (om någon speciell algoritm används kan det vara bra att beskriva den).]

# Utvärdering

[Här beskrivs resultatet. Tänk på att det skall framgå hur simuleringen fungerar och hur det stämmer mot det verkliga fenomenet. Presentera gärna mätvärden i tabeller eller plottar med händelseförlopp].

## Tabeller

[Tabeller skall hanteras separat från figurer. De skall numreras oberoende av figurerna (Tabell 1, Tabell 2 osv). Tabeller skall ha numrerad markör som är centrerad och i **fetstil (bold)** *över* själva tabellen, se tabell 1. Tabelltexten skall ge en tydlig förklaring till vad den illustrerar. Alla tabeller i rapporten skall vara refererade i texten.]

1. Exempel på hur en tabell kan se ut

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Typ** | **Test A** | **Test B** | **Test C** | **Test D** |
| Grön | 45% | 30% | 44% | 68% |
| Röd | 55% | 70% | 56% | 32% |

# Diskussion och slutsats

Kulan påverkas av flera krafter som beskrivs av icke-triviala formler och med olika referenssystem. Därför kan jag inte vara säker på om jag har förstått dessa formler rätt. Dessutom så rör sig kulan i simuleringen helt fritt, utan exempelvis bordskanter. Eftersom att denna sitatuation blir väldigt olik en typisk situation i ett biljardbord är det svårt att se intuitivt om simulering beter sig korrekt enligt erfarenhet i verkligheten.

[Här kan blicken lyftas lite och diskutera vad du har insett och fått ut av utvärderingen. Finns det några generella slutsatser om modellering, simulering eller metoder.]

## Förbättringsförslag

Från detta skulle man kunna gå vidare till kollisionshantering i simulatorn.

[Vad skulle kunna göras bättre eller annorlunda. Hur skulle man kunna gå vidare.]

Referenser

Leckie, W & Greenspan, M (2006). Pool physics simulation by event prediction 1: motion transitions. ICGA Journal December 2006: 214-222. Tillgänglig på Internet: <http://web.stanford.edu/group/billiards/PoolPhysicsSimulationByEventPrediction1MotionTransitions.pdf> [Hämtad 2014-12-28].

Shepard, R (1997). Amateur Physics for the Amateur Pool Player. 2 uppl. Självutgiven. Tillgänglig på Internet: <http://billiards.colostate.edu/physics/Shepard_apapp.pdf> [Hämtad 2014-12-28].

[David G. Alciatore](http://billiards.colostate.edu/dr_dave.html) (n.d.). Physics of Pool and Billiards. Tillgänglig på Internet: <http://billiards.colostate.edu/threads/physics.html> [Hämtad 2014-12-29]

Cross, R. (2012). Rolling motion of a ball spinning about a near-vertical axis, The Physics Teacher, 50, 25-27, Tillgänglig på Internet: <http://www.physics.usyd.edu.au/~cross/PUBLICATIONS/55.%20RollingBall.pdf> [Hämtad 2014-12-20]

Electronic Arts (2011) *Battlefield 3* (Version: 1.0) [Datorprogram]. Electronic Arts. Tillgänglig på Internet: http://www.battlefield.com/battlefield3.

Ernefeldt, E. (2008) *Phun - a 2D physics playground - GameDev.net*. 13 February 2008. Phun -a 2D physics playground. Tillgänglig på Internet: http://www.gamedev.net/topic/482775-phun---a-2d-physics-playground/ [Hämtad December 13, 2011].

Lundell, B., Lings, B. & Syberfeldt, A. (2011) Practitioner perceptions of Open Source software in the embedded systems area. *Journal of Systems and Software*. 84 (9), s. 1540–1549.

Roberts, D.L., Furst, M.L., Dorn, B. & Isbell, C.L. (2009) Using influence and persuasion to shape player experiences. *Proceedings of the 2009 ACM SIGGRAPH Symposium on Video Games. Sandbox ’09. New York*, NY, USA, ACM. s. 23–30.

Salen, K. & Zimmerman, E. (red.) (2005) *The game design reader: a Rules of play anthology*. Cambridge, MA: MIT Press.

[Kontrollera noga med sökfunktionen att alla referenser som anges i referenslistan faktiskt finns i brödtexten. Kontrollera på samma sätt med sökfunktionen att alla referenser i brödtexten finns i referenslistan. Var noga med att samtliga referenser formateras enligt Harvard. Ovan finns exempel på ett antal referenser.

Notera att det bara är referenser som *endast* finns på internet som skall vara listade som Tillgänglig på internet. Alltså skall referenserna inte ha ”Tillgänglig på internet” om referensen finns i tryckt form. URL:er skall inte vara understrukna eller blå