



Aalto-yliopisto
Perustieteiden
korkeakoulu

Data-driven optimization of basketball release angle (valmiin työn esittely)

Linda Hemmann

2.12.2020

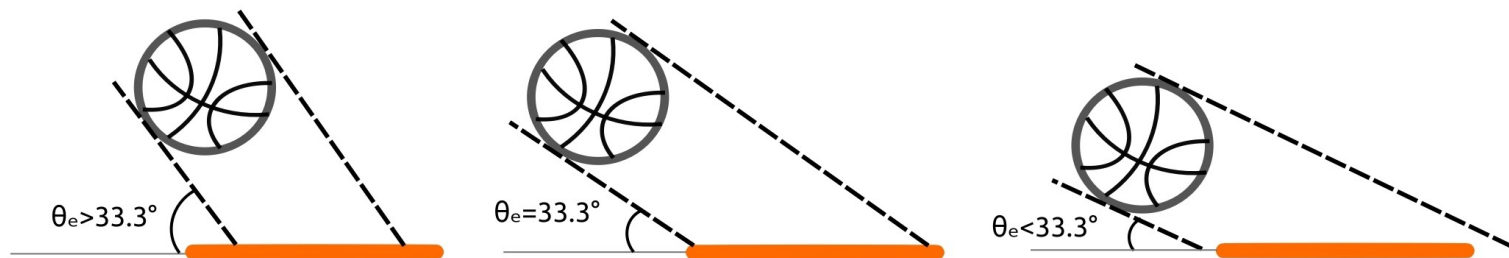
Ohjaaja: TkT Jirka Poropudas

Valvoja: Prof. Ahti Salo

Työn saa tallentaa ja julkistaa Aalto-yliopiston avoimilla verkkosivuilla. Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

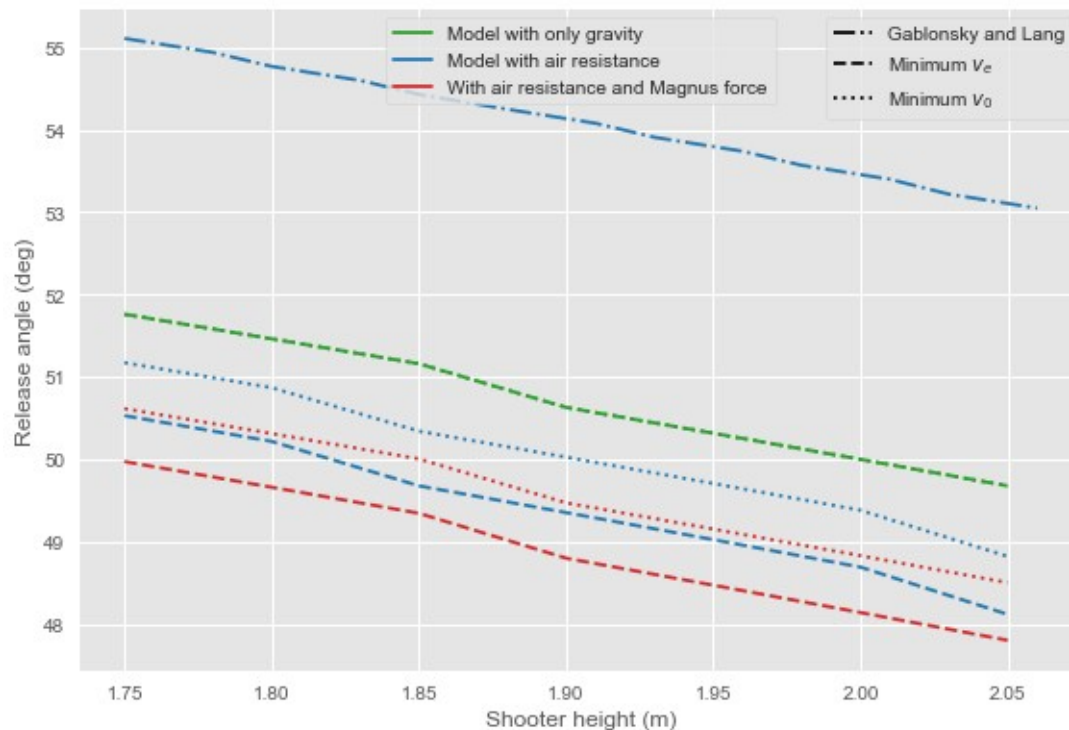
Koripalloheittoon vaikuttavat tekijät

- Heittäjä säätelee pallon lähtönopeutta, lähtökulmaa, kierrettä, sekä lähtökorkeutta
- Suurempi kulma mahdollistaa suuremmat virhemarginaalit x-suunnassa
- Kirjallisuudessa optimaaliseksi strategiaksi ehdotetaan esimerkiksi lähtönopeuden minimointia



Taustaa

- Optimaalista heittokulmaa on tutkittu simulaatioiden ja videoanalyysin keinoin. Yksimieleisyyttä optimista ei ole.



Data

- SIQ-älypallolla mitattuja heittoa
- Rajaukset:
 - Vapaaheitot (etäisyys korista 4.2m)
 - 1.75 m – 2.00 m pitkät aikuispelaajat
 - Etäisyys ja heiton osuminen tarkistettu videolta
- ~5200 anonymisoitua heittoa 39 eri pelaajalta
- Lähtönopeus määritetään sensoridatasta neuroverkon avulla

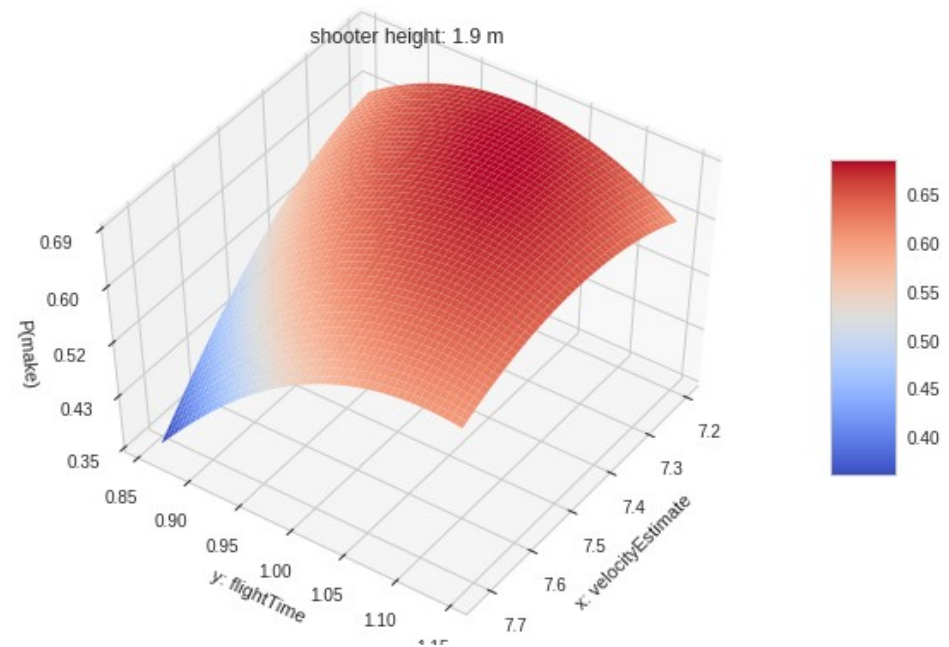
Logistisen regressiomallin sovittaminen

- Parametrit:
 - Heittäjän pituus (h),
 - Ilmalennon kesto (T)
 - Lähtönopeus (v_0)
- Lopullinen malli: $M_E \sim (h + T^2 + v_0^2 + v_0 + v_0 \cdot T + T \cdot h)$
- Kriteerit:
 - AIC
 - P-arvot
 - Fractional polynomial analysis

Optimaalisten lähtöparametrien määrittäminen ja heittokulman laskeminen

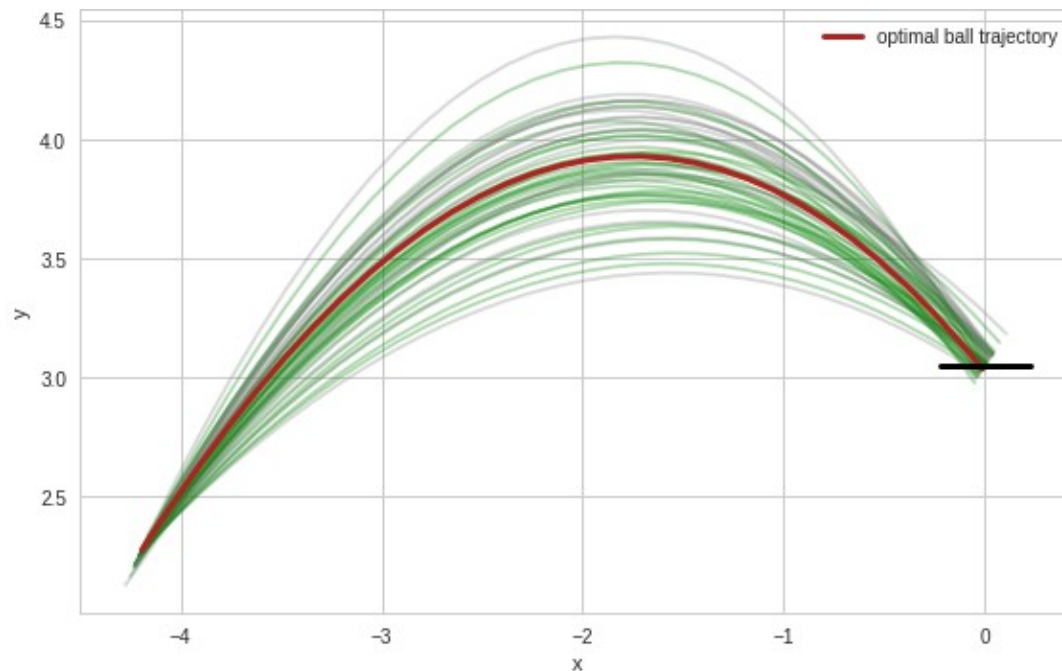
- Paras lentoajan ja lähtönopeuden kombinaatio haettiin numeerisesti eri heittäjän pituuksille
- Lähtö- ja lähestymiskulma laskettiin ratkaisemalla differentiaaliyhtälö reunaehdoilla

$$\begin{cases} \frac{\partial v}{\partial t} = -g \sin \theta - \frac{\rho_A C_D A}{2m} v^2 \\ \frac{\partial \theta}{\partial t} = -g \frac{\cos \theta}{v} + \frac{\rho_A C_L A}{2m} v \\ \frac{\partial x}{\partial t} = v \cos \theta \\ \frac{\partial y}{\partial t} = v \sin \theta . \end{cases}$$
$$\begin{cases} v(0) = v_0 \\ x(0) = d \\ y(0) = h \\ x(T) = 0 \\ y(T) = y_T . \end{cases}$$



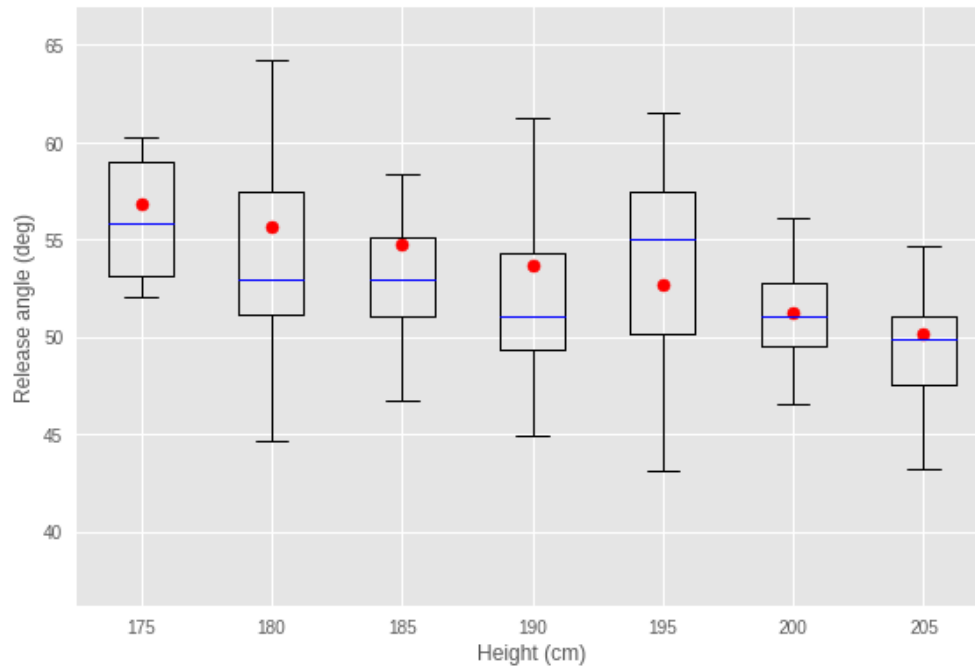
Tulosten vertailu dataan

- Saadut tulokset istuvat dataan hyvin
- Lentoradat ovat järkeviä



Tulosten vertailu dataan

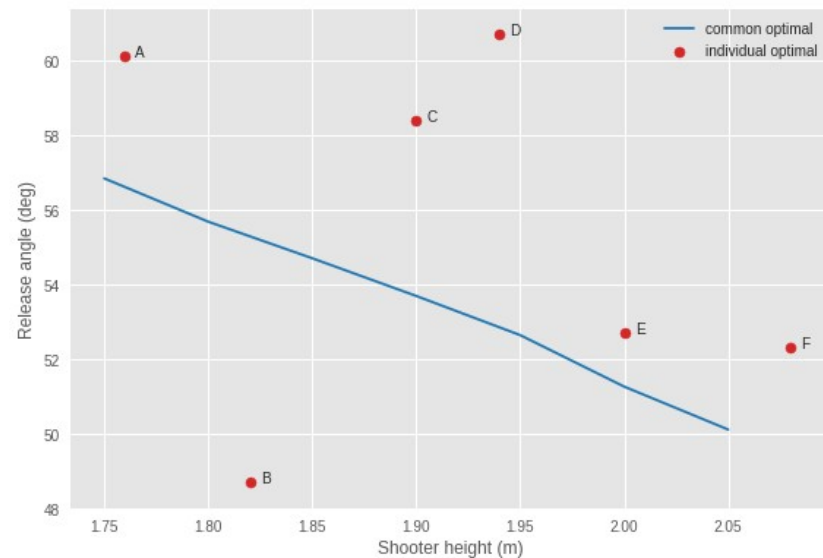
- Optimikulmat ovat sopusoinnussa havaittujen kulmien kanssa



Pelaajakohtaiset ennusteet

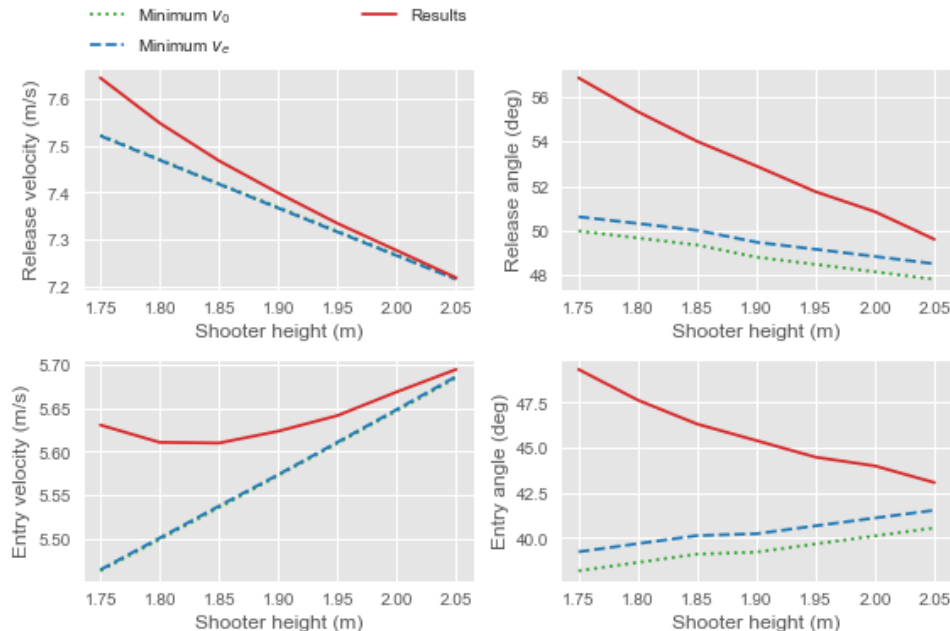
- Optimaaliseen heittotekniikkaan vaikuttavat luultavasti myös pelaajakohtaiset ominaisuudet
- Laskettiin pelaajakohtaiset optimit henkilökohtaisen datan perusteella

Player	Height (cm)	Shots	Optimal θ_0
A	176	1503	60.1
B	182	228	48.7
C	190	313	58.4
D	194	894	60.7
E	200	205	52.7
F	208	229	52.3



Tulosten arviointi

- Korkeammat lähtökulmat kuin aiemmissa tutkimuksissa
- Ero on suurempi lyhyemmille pelaajille



Tulosten arviointi

- Mahdolliset syyt ennustettua korkeammille lähtökulmille
 - Lähtönopeuden mittauksessa saattaa olla oletettua suurempi virhe
 - Pelaaja heittotyylillä saattaa vaikuttaa lähtönopeuden estimaattiin
 - Neuroverkon toimintaa on vaikea arvioida ilman laajempaa virheiden tutkimista
 - Heittoradan laskentamalli saattaa hieman liioitella lentoradan kaarta
 - Todellinen optimi on hieman korkeampi, kuin aiemmissa tutkimuksissa ehdotetaan
 - Korkeampi kaari antaa enemmän anteeksi x-suuntaista virhettä
 - Optimaaliseen heittoon vaikuttaa lukuisia asioita joita heitonopeuden tai lähestymisnopeuden minimointi eivät huomioi
- Tulosten avulla heittoharjoittelua voidaan parantaa antamalla heittäjälle palautetta liian matalasta tai liian korkeasta heiton lähtökulmasta