

Szenzormodellezés virtuális autóipari tesztkörnyezetben

A wireframe car model is shown in a virtual test environment. The car is rendered as a blue wireframe mesh, positioned on a grid floor. The environment features a glowing blue road with dashed lines, a circular platform with concentric lines, and a glowing blue tunnel or path leading into the distance. The overall scene is illuminated with a strong blue light, creating a futuristic and digital atmosphere.

Szalai Mátyás

BD7STW

Konzulens:

Varga Balázs

A virtuális tesztelés és 3D játékmotorok alkalmazása

- Az autonóm járműveknek rengeteg tapasztalatra van szükségük
- A virtuális tesztkörnyezetek a tapasztalat megszerzésére nyújtanak könnyebben kezelhető alternatívát:
 - Forgalom, gyalogosok generálása
 - Eső, köd, különböző fényviszonyok előállítása
 - Váratlan események modellezése
- A virtuális környezet rendkívül nagy pontosságú mása a valós világnak
- Az autonóm járművek esetében ez jól kidolgozott 3D modelleket/környezetet jelent
- Ezt 3D játékmotorok segítségével tudjuk elérni
 - Unity 3D
 - Unreal Engine
 - Godot
 - GameMaker
 - OGRE

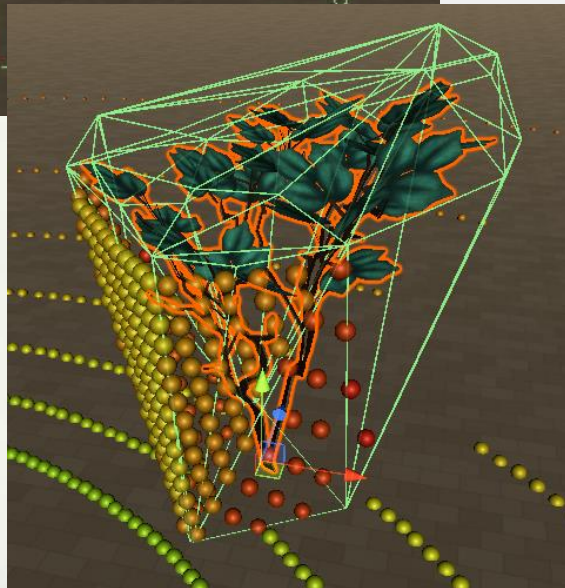
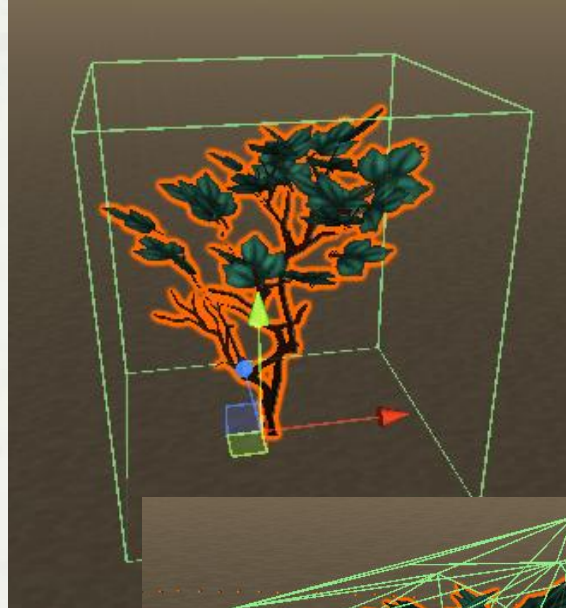
Szenzorok és virtuális érzékelés

- Kamera

- 3D kép szenzorra renderelése és lencse modellek alkalmazása

- Radar és Lidar

- Visszaverődések és intenzitás modellezése RayCastek használatával, fizikai modellekkel



- A RayCast a 3D objektumok colliderével való ütközést adja vissza
- A collider az objektumot befoglaló, hálós alakzat
- A visszaverődés minősége nagyban függ a collider pontosságától

A Lidar szenzor és modellje

- Light Detection and Ranging – Lidar
- A fény terjedési sebessége alapján, a visszaverődéseket vizsgálva távolságmérést végez
- A lidar alapegyenlet:
 - I_r - fogadóoldali intenzitás
 - I_0 - küldött intenzitás
 - $\eta \frac{A}{4\pi R^2}$ - vevői teljesítmény
 - β - visszaverődési együttható
 - α - extinkciós (abszorpciós) együttható

$$I_r(R, \lambda) = I_0 \eta \frac{A}{4\pi R^2} \beta(R, \lambda) \exp\left(-2 \int_0^R \alpha(R, \lambda) dr\right)$$

Fizikai szenzormodell

- Lambert (diffúz) reflexió alapján:
 - k_d - anyagra jellemző reflexiós tényező
 - I_0 - kibocsátott intenzitás
 - $\cos\theta$ - érzékelés beesési szögének koszinusza
 - η_{atm} - közegre jellemző hatásfok
- A közegre jellemző hatásfok függ:
 - γ – csillapítási együttható
 - R – érzékelt távolság

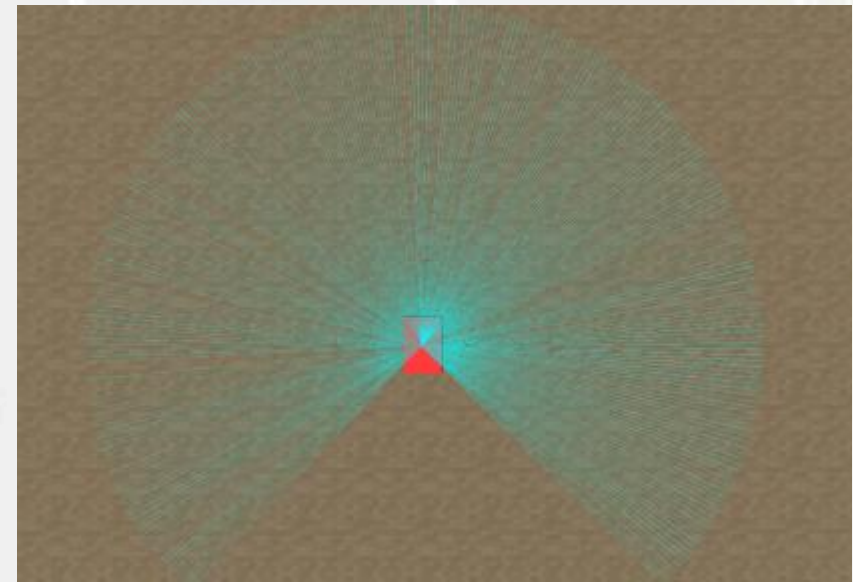
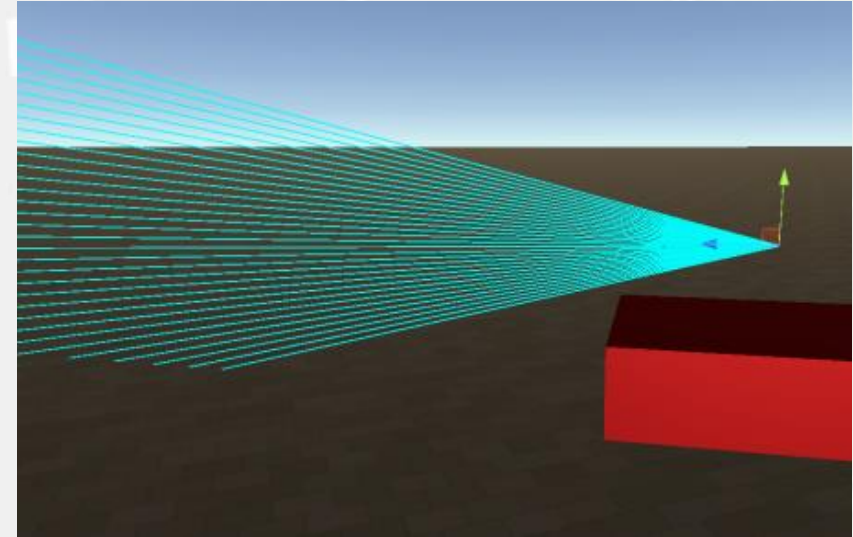
$$I_r = I_{r_{diffuse}} \eta_{atm}$$

$$I_{r_{diffuse}} = k_d I_0 \cos \theta$$

$$\eta_{atm} = \exp(-2\gamma R)$$

Geometriai szenzormodell

- A modellezett szenzor alapján paraméterezhető
- A szenzor vertikális és horizontális látómezelyének biztosítása
- Adott számú csatorna létrehozása
- Adott mérési sebesség biztosítása



Köd hatásának vizsgálata

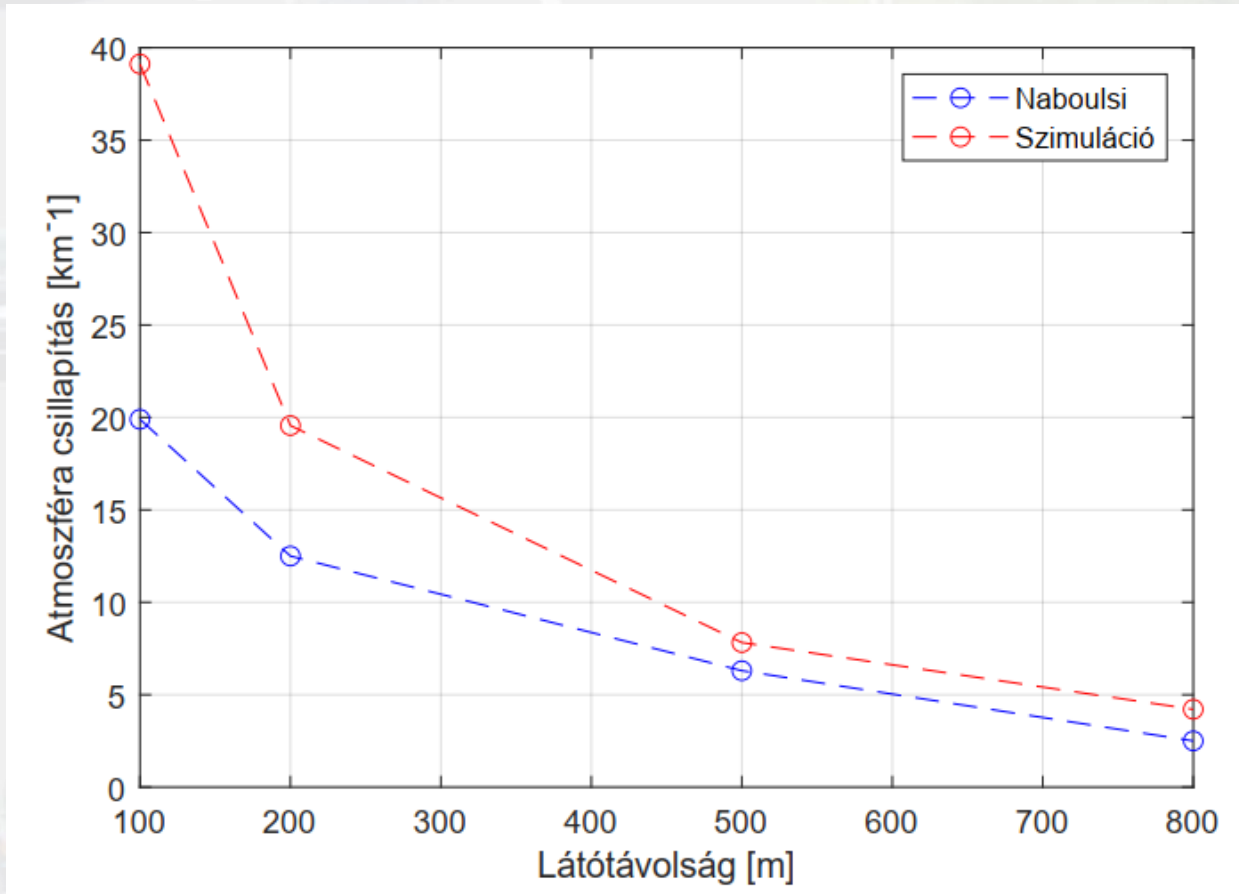
- A γ csillapítási tényező alapján (Kruse formula):

$$\gamma(\lambda) \approx \beta_a(\lambda) = \frac{\ln(\tau_{TH})}{V} \left(\frac{550 \text{ nm}}{\lambda} \right)^q = \frac{3,912}{V} \left(\frac{550 \text{ nm}}{\lambda} \right)^q$$

- V – látótávolság [km]
- λ – hullámhossz [nm]
- τ_{TH} - látótávolsági határszám
- q – látóválság alapján, Kim formula szerint:

$$q = \begin{cases} 1,6 & (V > 80km) \\ 1,3 & (6km < V \leq 80km) \\ 0,6V + 0,34 & (1km < V \leq 6km) \\ V - 0,5 & (0,5km < V \leq 1km) \\ 0 & (V \leq 0,5km) \end{cases}$$

$$\eta_{atm} = \exp(-2\gamma R)$$



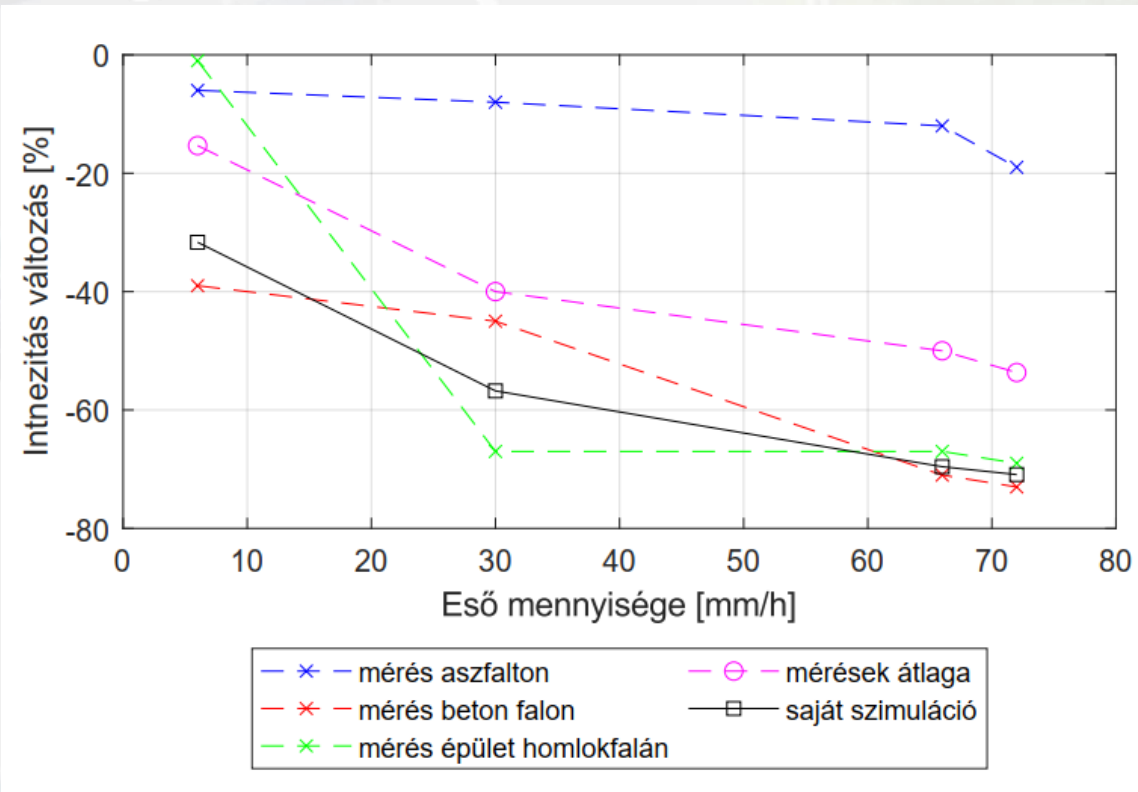
Eső hatásának vizsgálata

- Az eső nagyobb szemcséi nem képesek teljesen elnyelni, vagy eltéríteni egy lézersugarat
- Lewandowski empirikus tétele szerint:

$$\gamma = aL^b$$

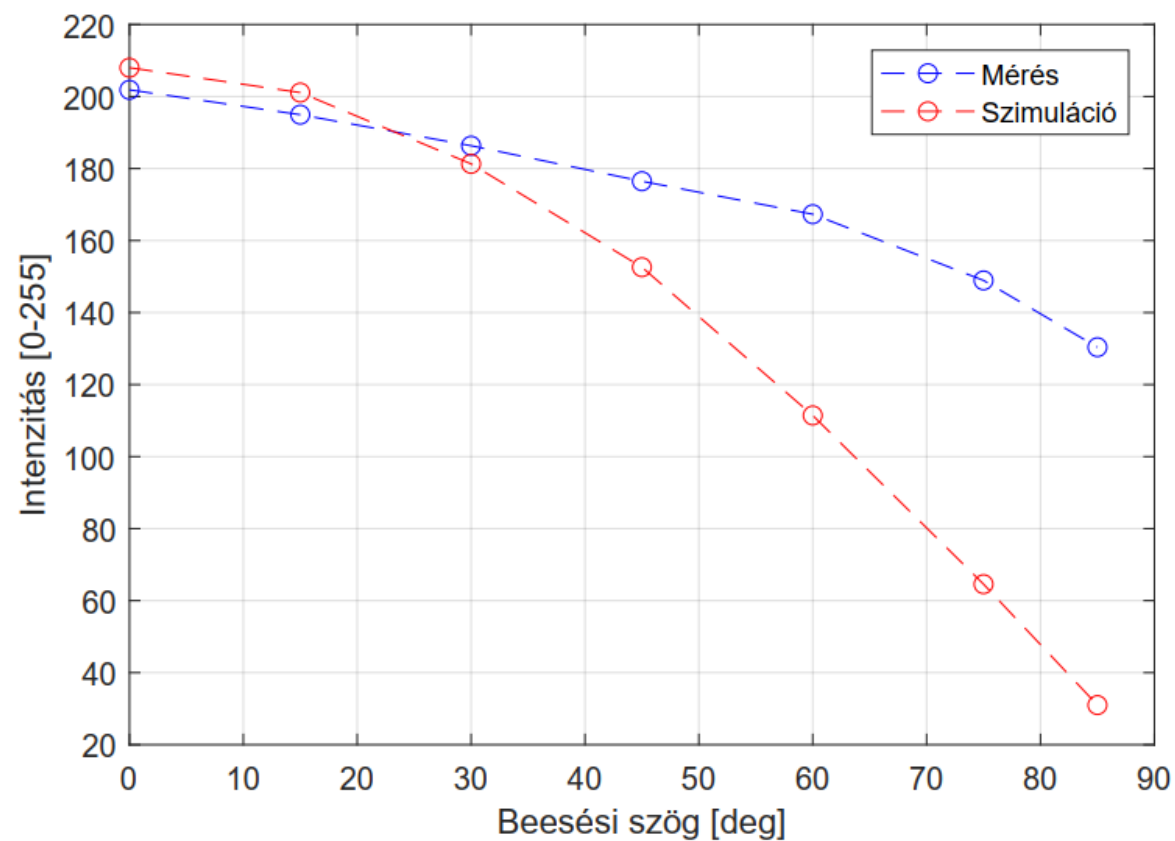
- L – az eső mértéke [mm/h]
- a és b – empirikus paraméterek
($a = 0.01$, $b = 0.6$)

$$\eta_{atm} = \exp(-2\gamma R)$$



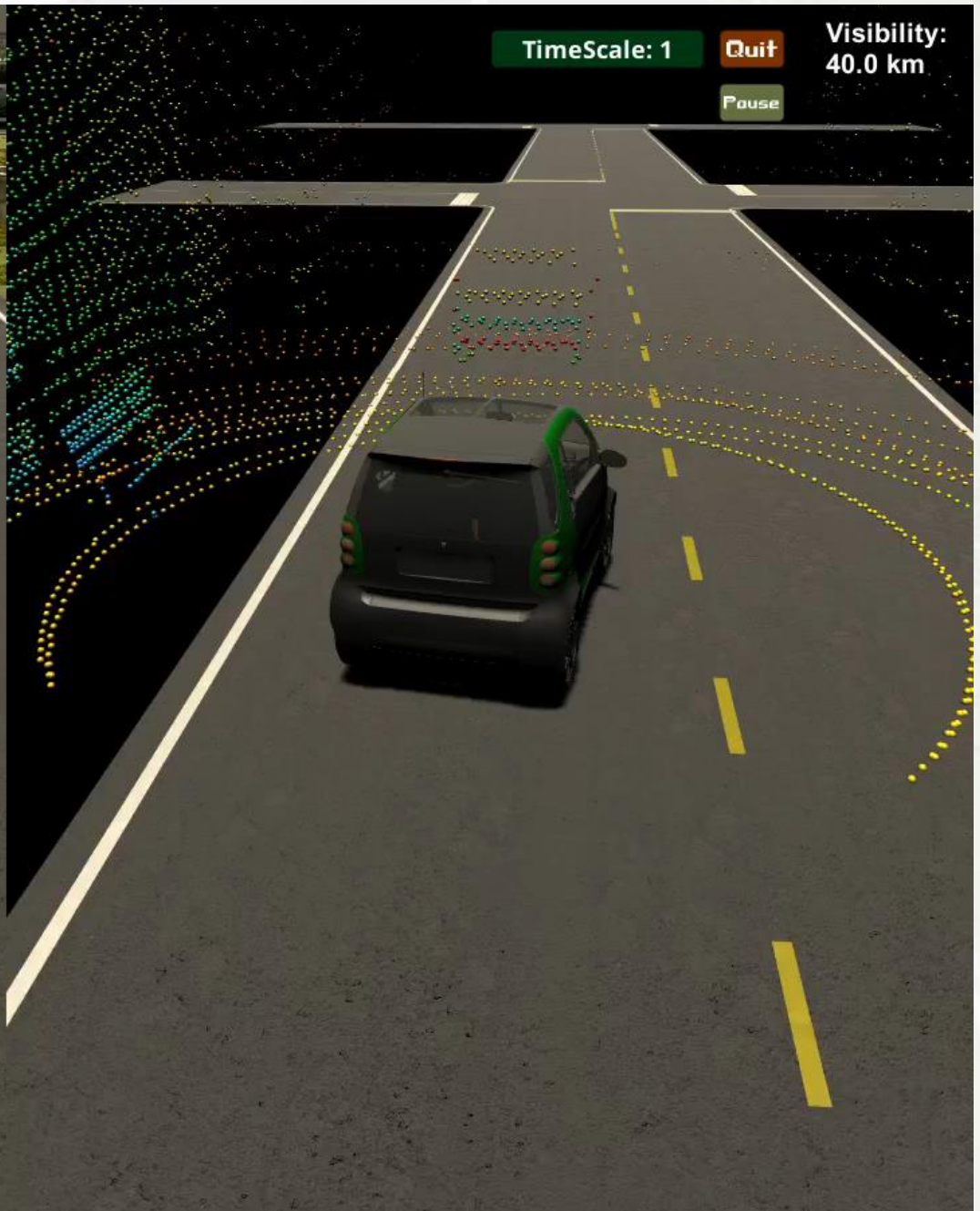
Beesési szög hatásának vizsgálata

$$I_{r_{diffuse}} = k_d I_0 \cos \theta$$



Összegzés

- A megalkotott modell a Lidar valós fizikai működésére épül
- A verifikáció során megbizonyosodhattunk arról, hogy:
 - A modell ideális körülmények között jól működik
 - A látótávolság valamint a beesési szög változása esetén is hibás a működés
 - A reflexiós modell fejlesztésére lenne szükség
 - Textúrák visszaverési képességének pontosabb számításával
 - Látótávolságtól való függés további vizsgálatával
- A modell alkalmas lehet automatikus scenárió generáló algoritmusok segítségével a gépi tanulás támogatására





Köszönöm a figyelmet!

Szalai Mátyás
BD7STW