



Proton tomográfias jelek feldolgozása ideghálózatokkal

Dudás Bence

Elméleti háttér



Eljárások

Műtéti

Kemoterápia

Sugárterápia



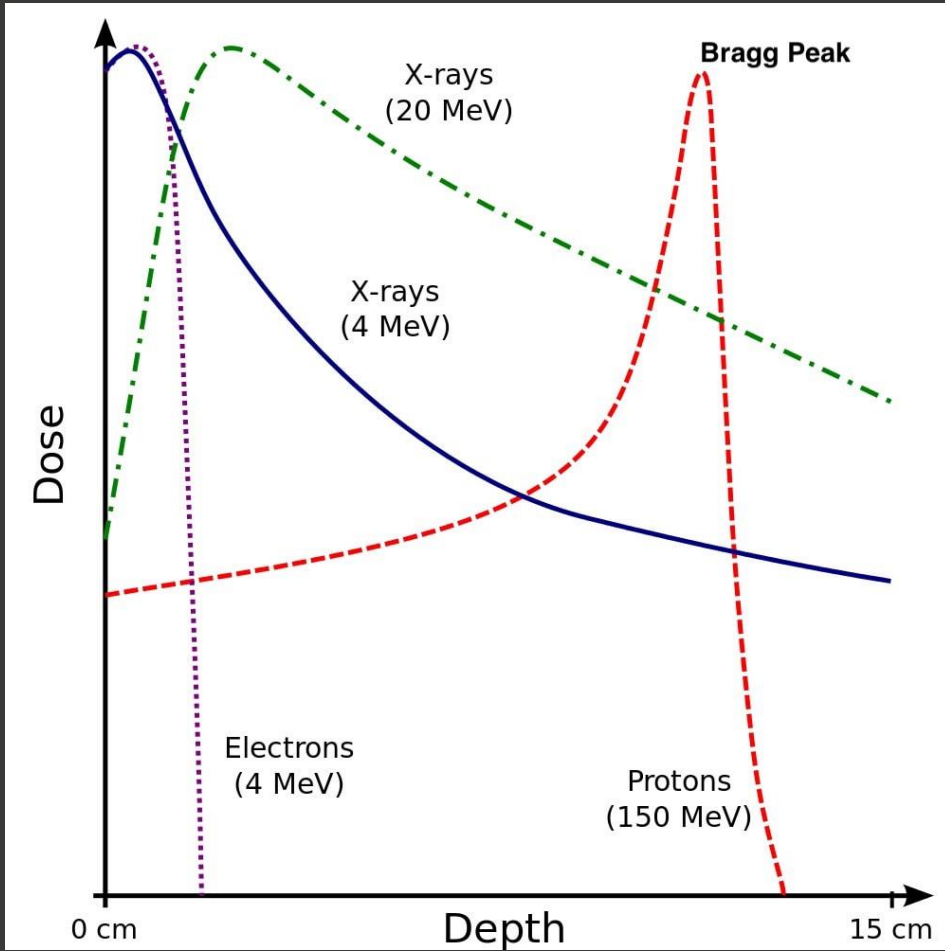
Bevezetés a
terápiákról

Hadron terápia

Mesterséges
intelligencia

PCT

Hadron terápia



- Kihhasználja a proton Bragg görbét
- Specifikusabb roncsolás

Bevezetés a
terápiákról

Hadron terápia

Mesterséges
intelligencia

PCT

Hadron terápia

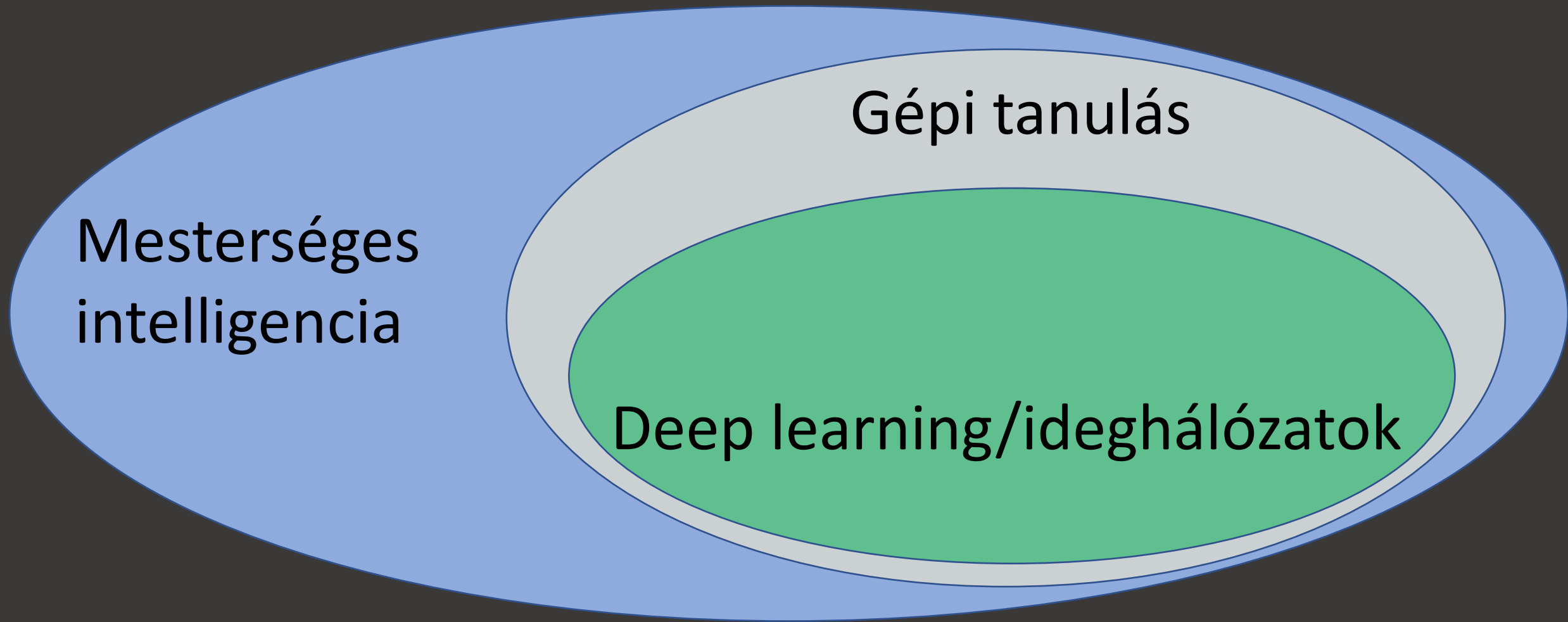
Előnyök

- Egyszeri besugárzás
- Kevésbé károsítja az egészséges sejteket

Hátrányok

- Pontos meghatározást igényel
- Mellékhatásai még nem teljesen feltártak

Mesterséges intelligencia részhalmazai



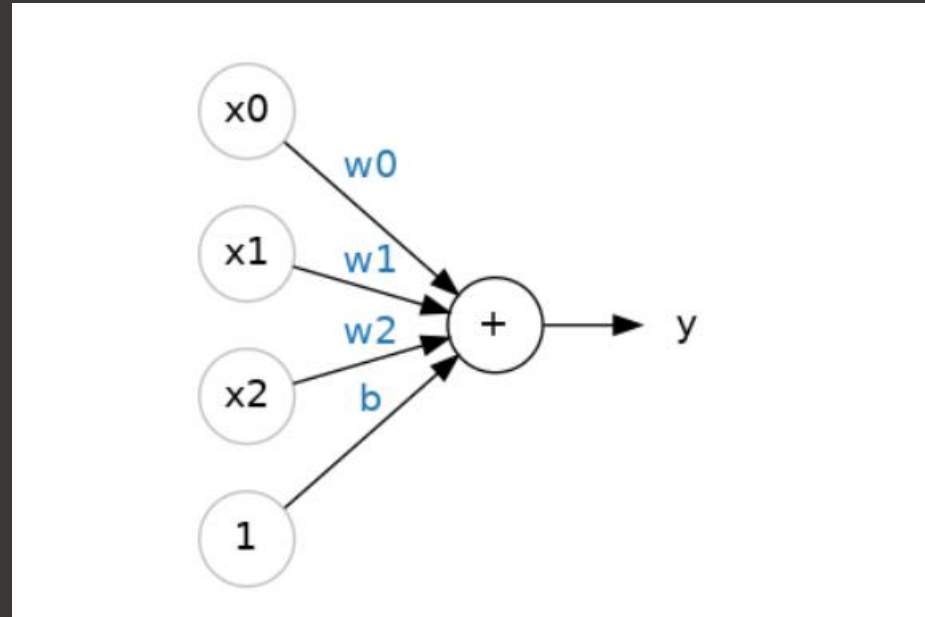
Bevezetés a
terápiákról

Hadron terápia

Mesterséges
intelligencia

PCT

Rétegek



$$y = F(W \cdot X + b)$$

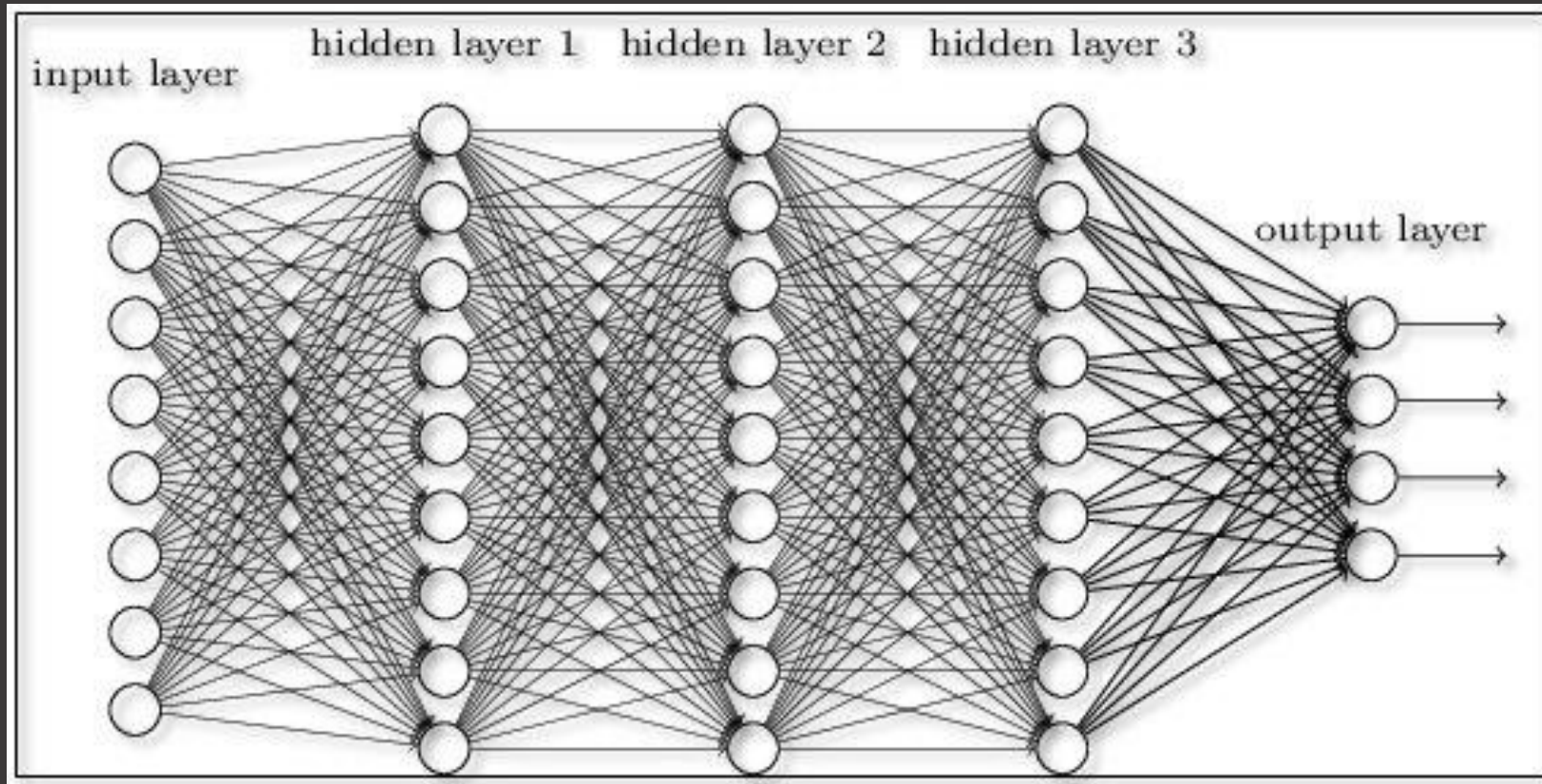
Bevezetés a
terápiákról

Hadron terápia

Mesterséges
intelligencia

PCT

Rétegek



$$y = F_n(W^{(n)} \dots (W^{(2)} \cdot F_1(W^{(1)} \cdot X + b_1) + b_2) \dots + b_n)$$

Bevezetés a
terápiákról

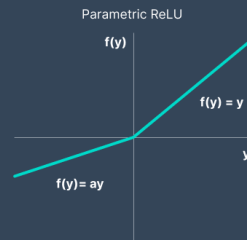
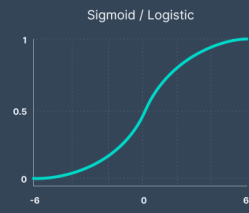
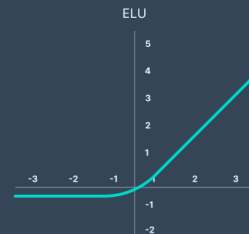
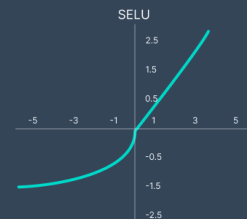
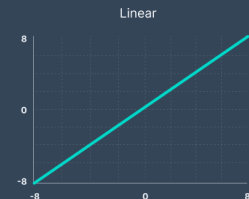
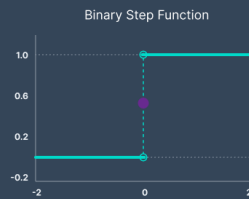
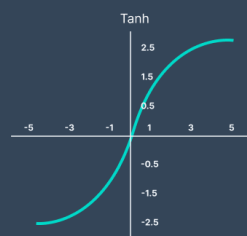
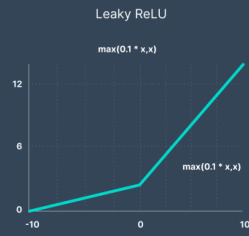
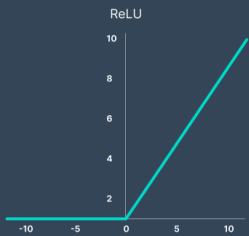
Hadron terápia

Mesterséges
intelligencia

PCT

Aktivációs függvények

- Egyes réteg kimenete
- Hálózatban szerepelhet rengeteg
- 2 fő típus: lineáris és nem lineáris

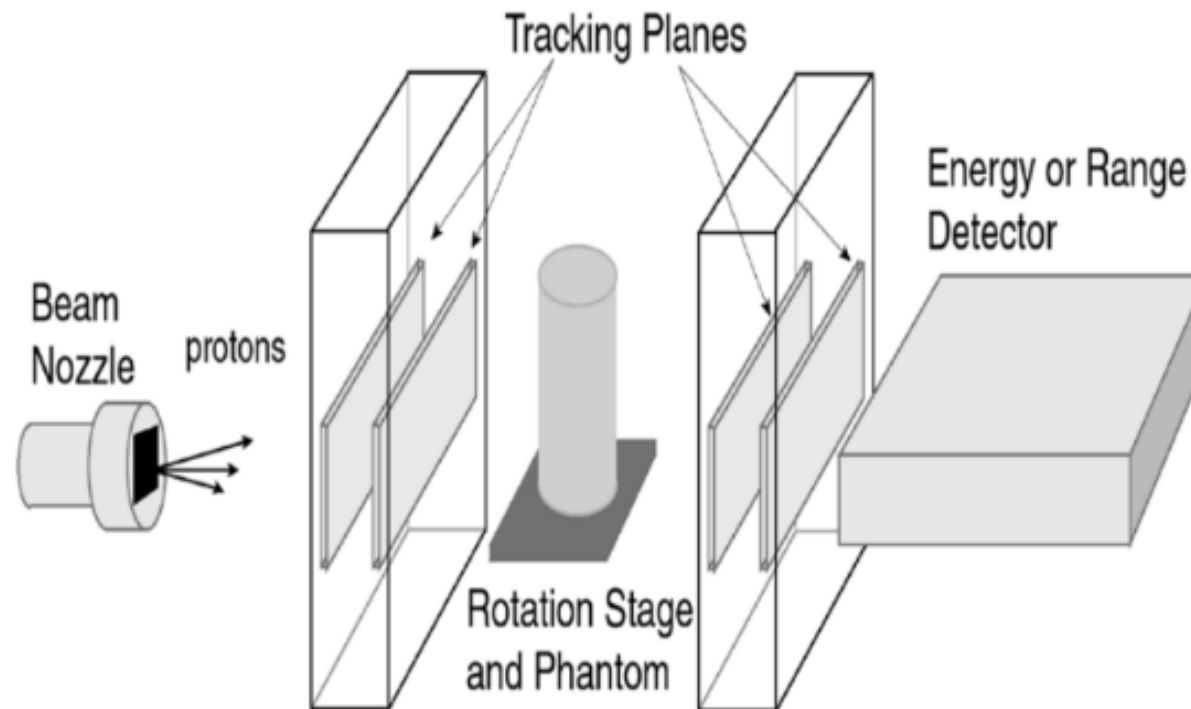


Költségfüggvény

CostFunction	Definition	Minimum	Maximum
C^{LS}	$\sum (Y - X)^2$	0	∞
C^{NC}	$\frac{\sum (X \cdot Y)}{\sqrt{\sum X^2} \sqrt{\sum Y^2}}$	-1	1
C^W	$\sum_k \frac{n_k}{N} \frac{\sqrt{\text{Var}(Y_k)}}{\mu(Y_k)}$	0	∞
C^{CR}	$\frac{1}{\text{Var}(Y)} \sum_k \frac{n_k}{N} \text{Var}(Y_k)$	0	1
C^{MI}	$H(X, Y) - H(X) - H(Y)$	$-\infty$	0
C^{NMI}	$\frac{H(X, Y)}{H(X) + H(Y)}$	0	1

- Tanítási lépés végén kiértékel
- Batchenkénti kiértékelés

Proton CT



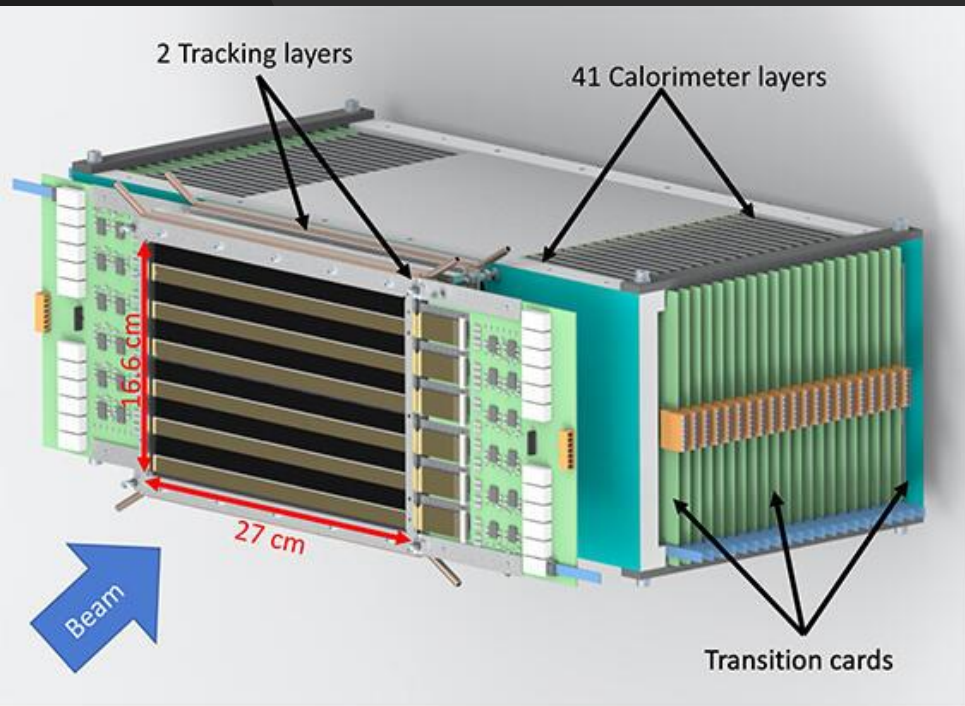
Bevezetés a
terápiákról

Hadron terápia

Mesterséges
intelligencia

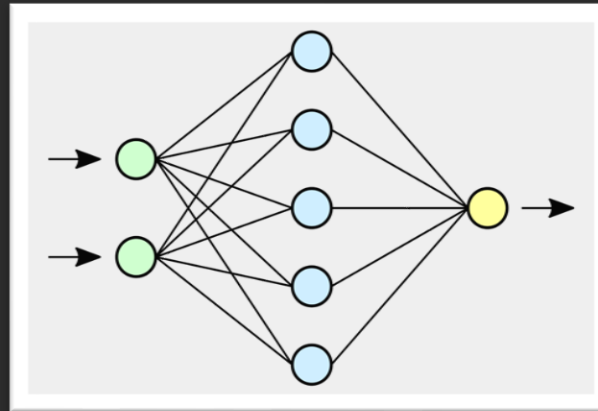
PCT

Részecske szórás

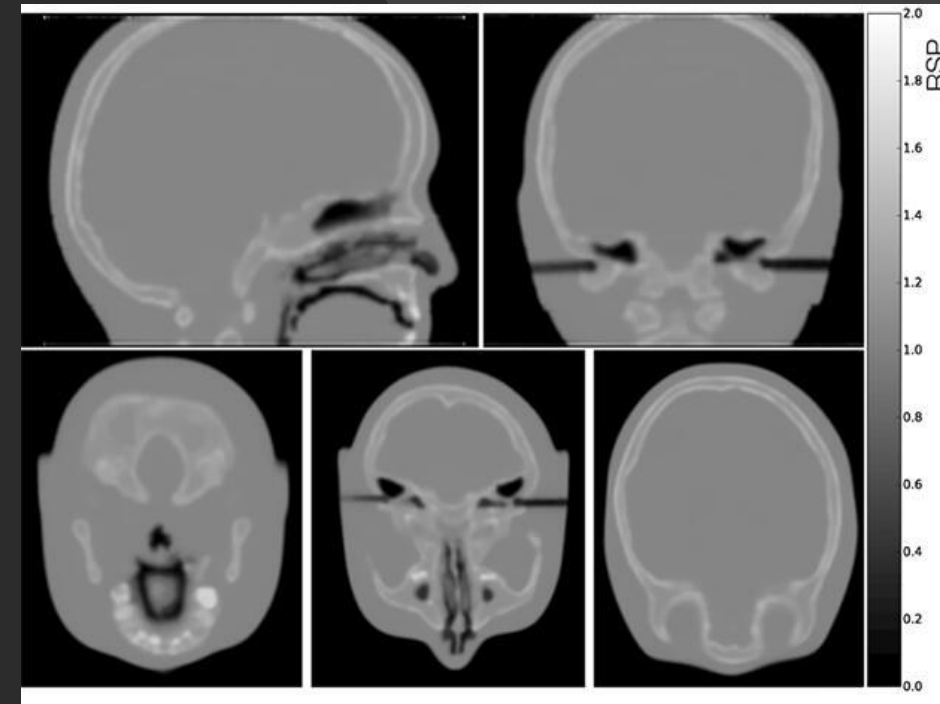


Proton CT

Gépi tanulás és algoritmusok



Rekonstrukció



Bevezetés a
terápiákról

Hadron terápia

Mesterséges
intelligencia

PCT

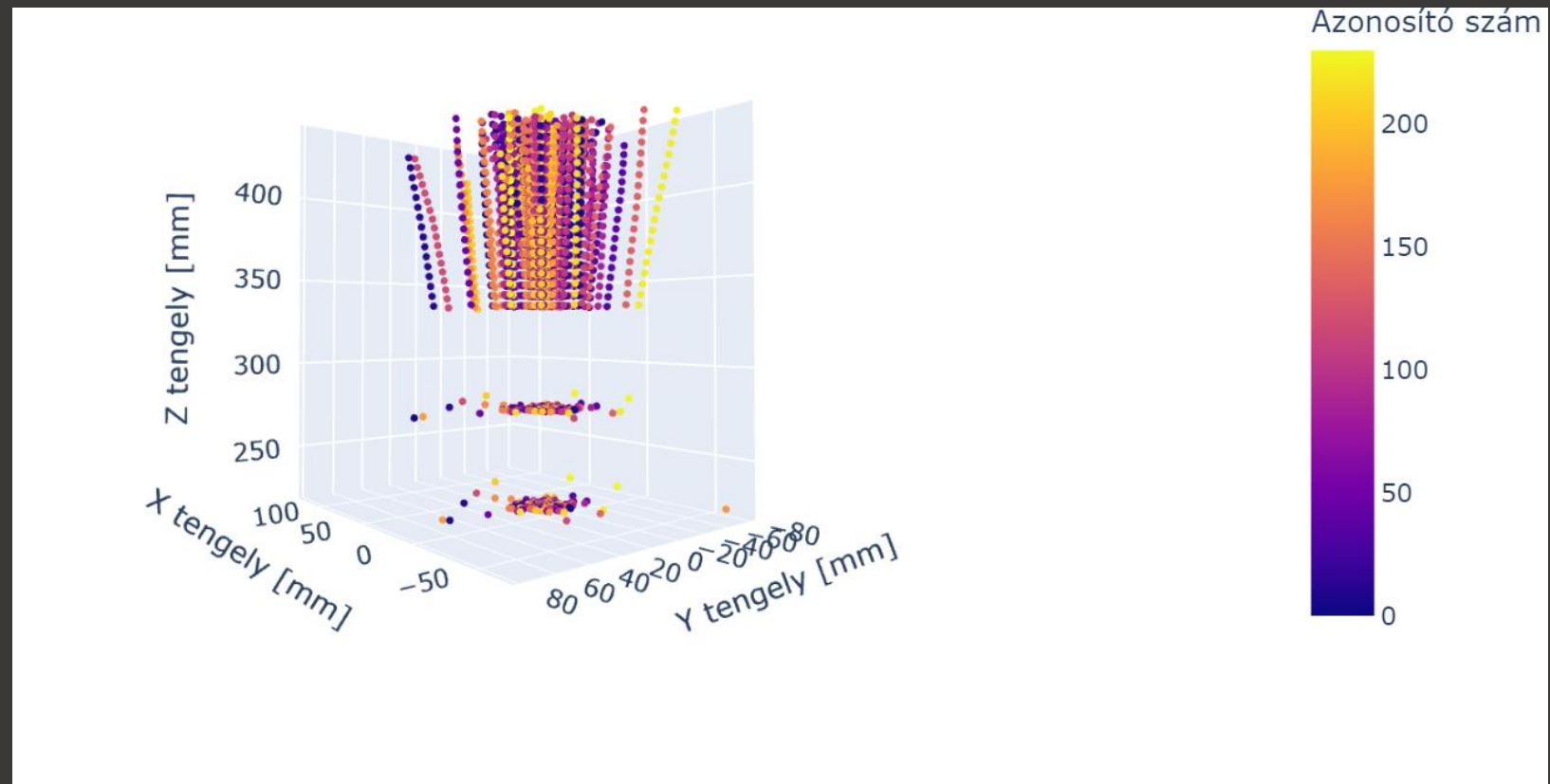
Megközelítéseink

Point Cloud

Rekurrens
hálózat

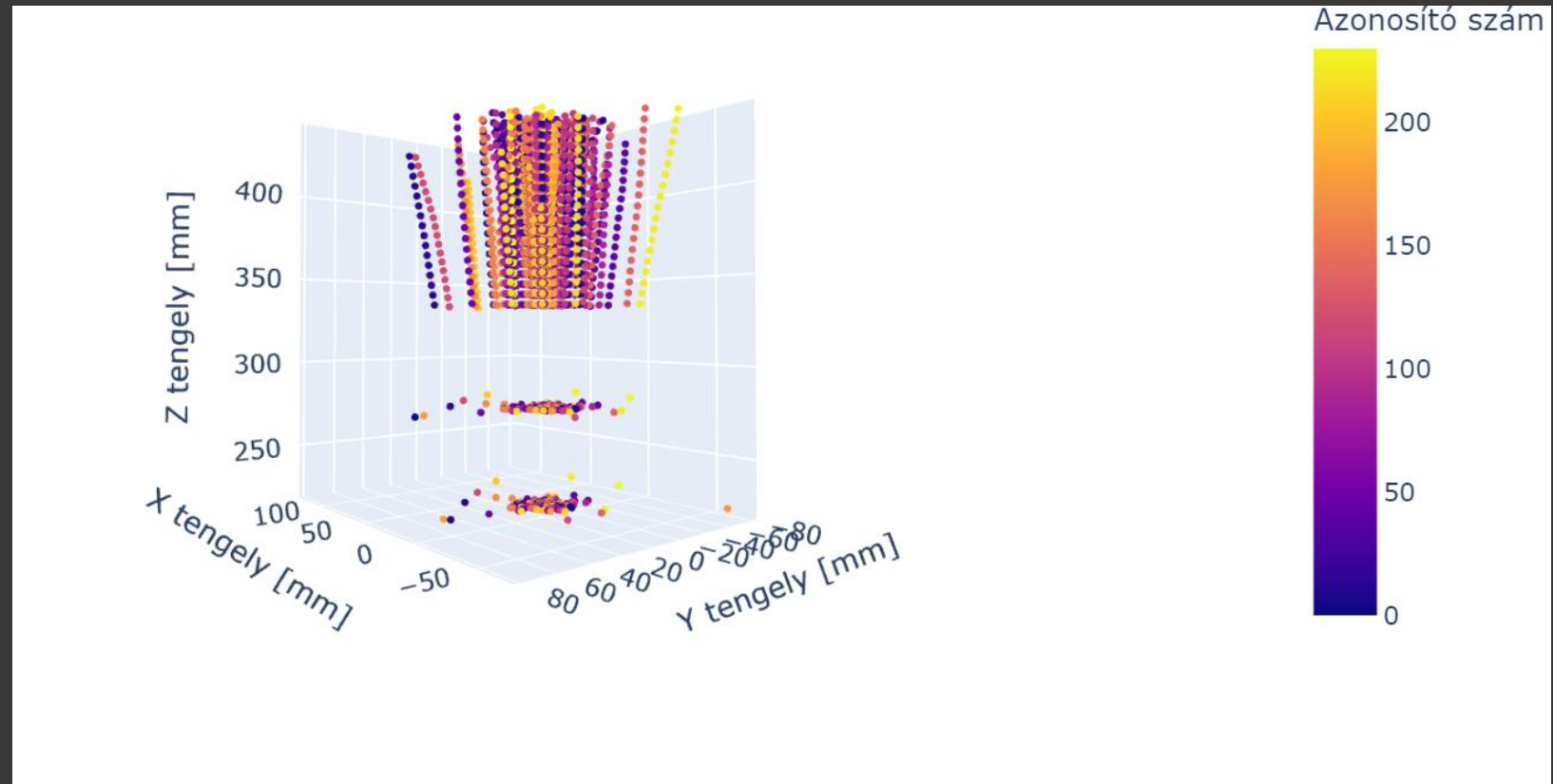
Point cloud

- A pontthalmaz a bemenet
- A hovatartozás a kategória



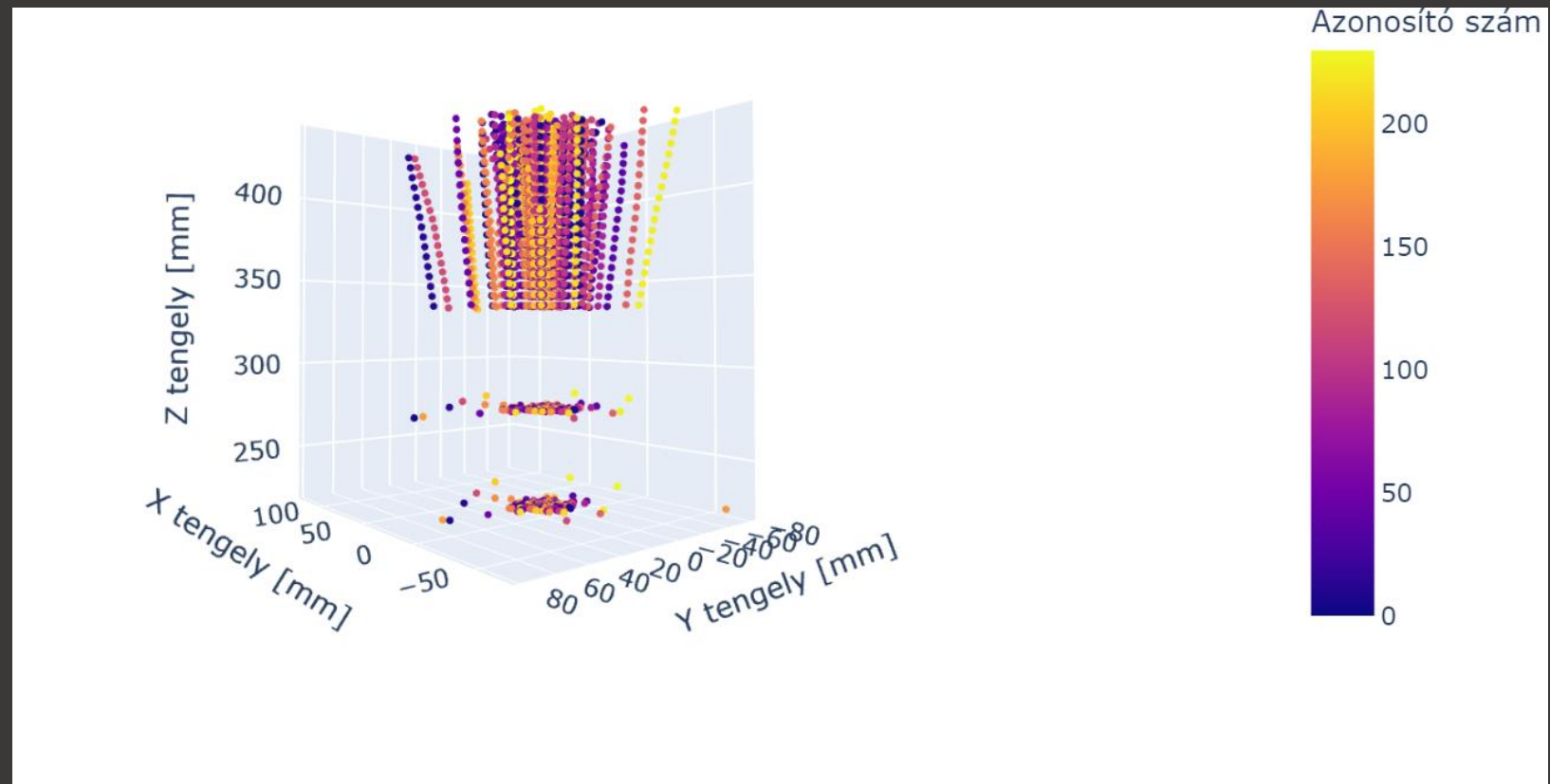
Point cloud

- Első probléma:
keresztezés miatti
átugrás



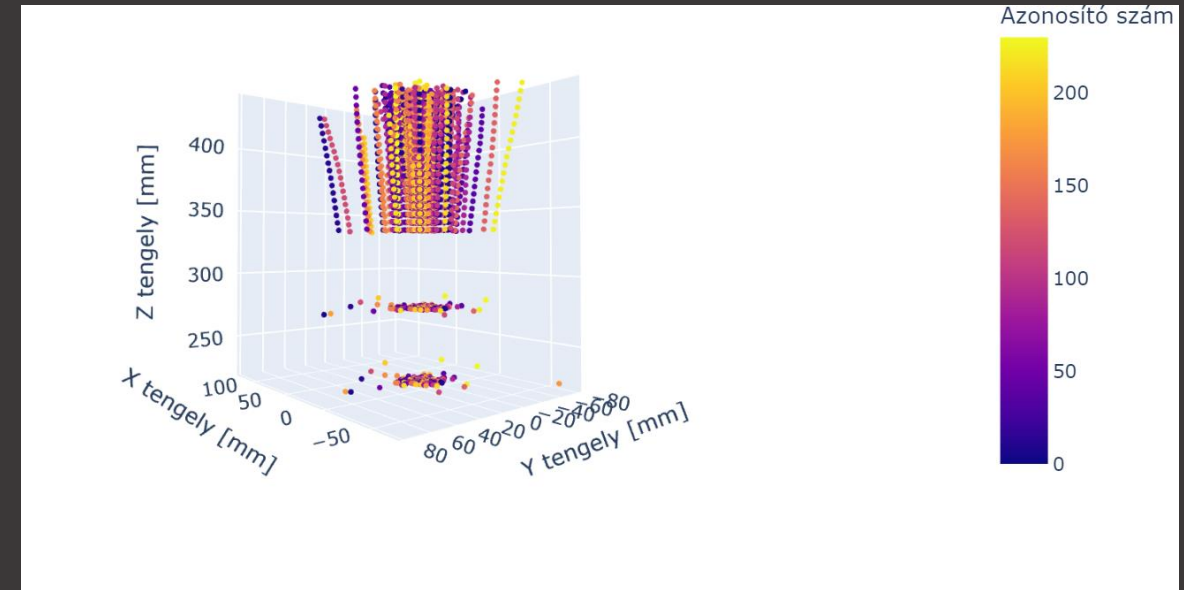
Point cloud

- Megoldás:



Point cloud

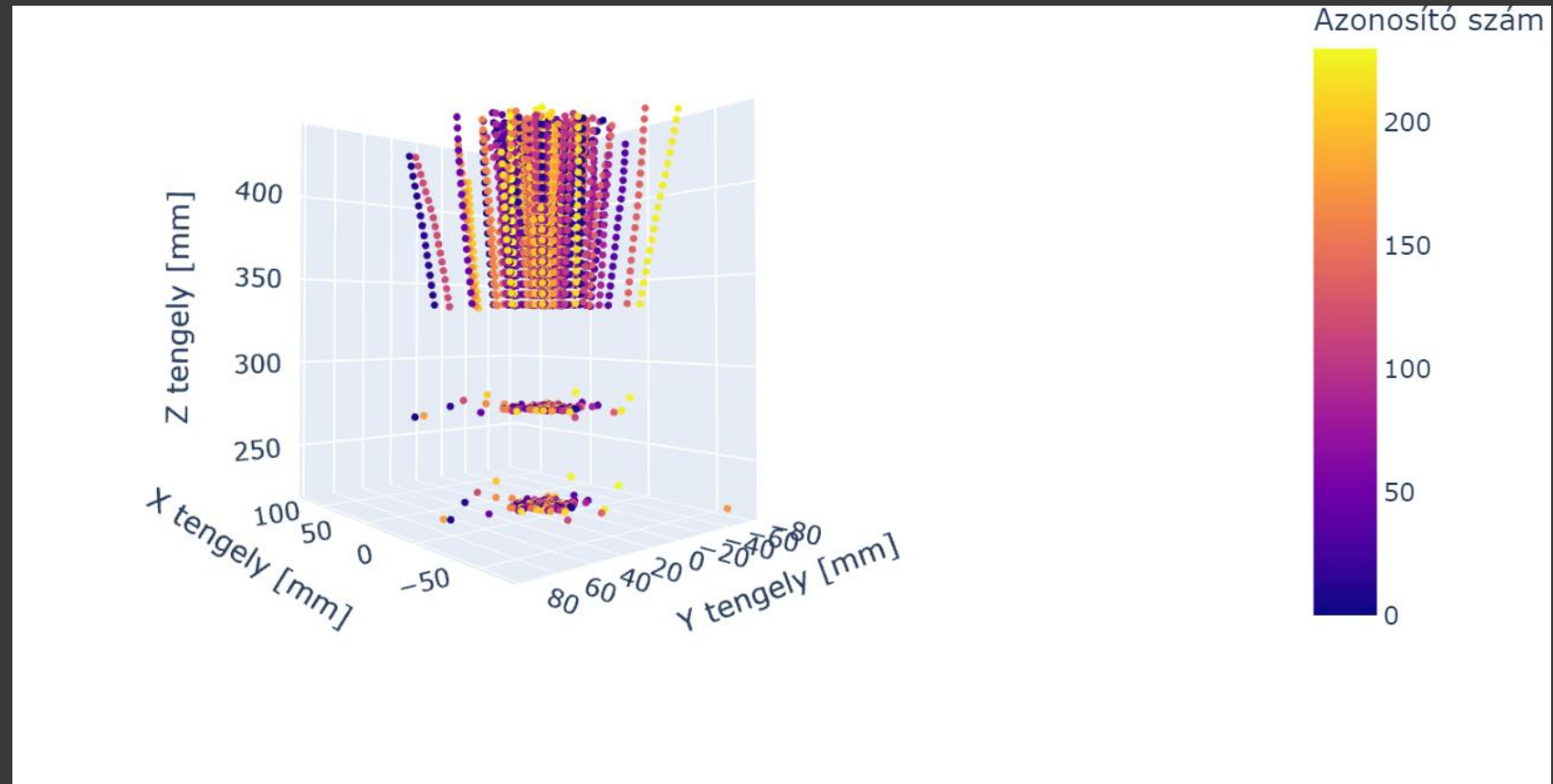
- Megoldás: új költségfüggvény



$$L = L_{CE} + \gamma \sum_{i=1}^n |(t_i - \operatorname{argmax}_j(p_{ij}))|,$$

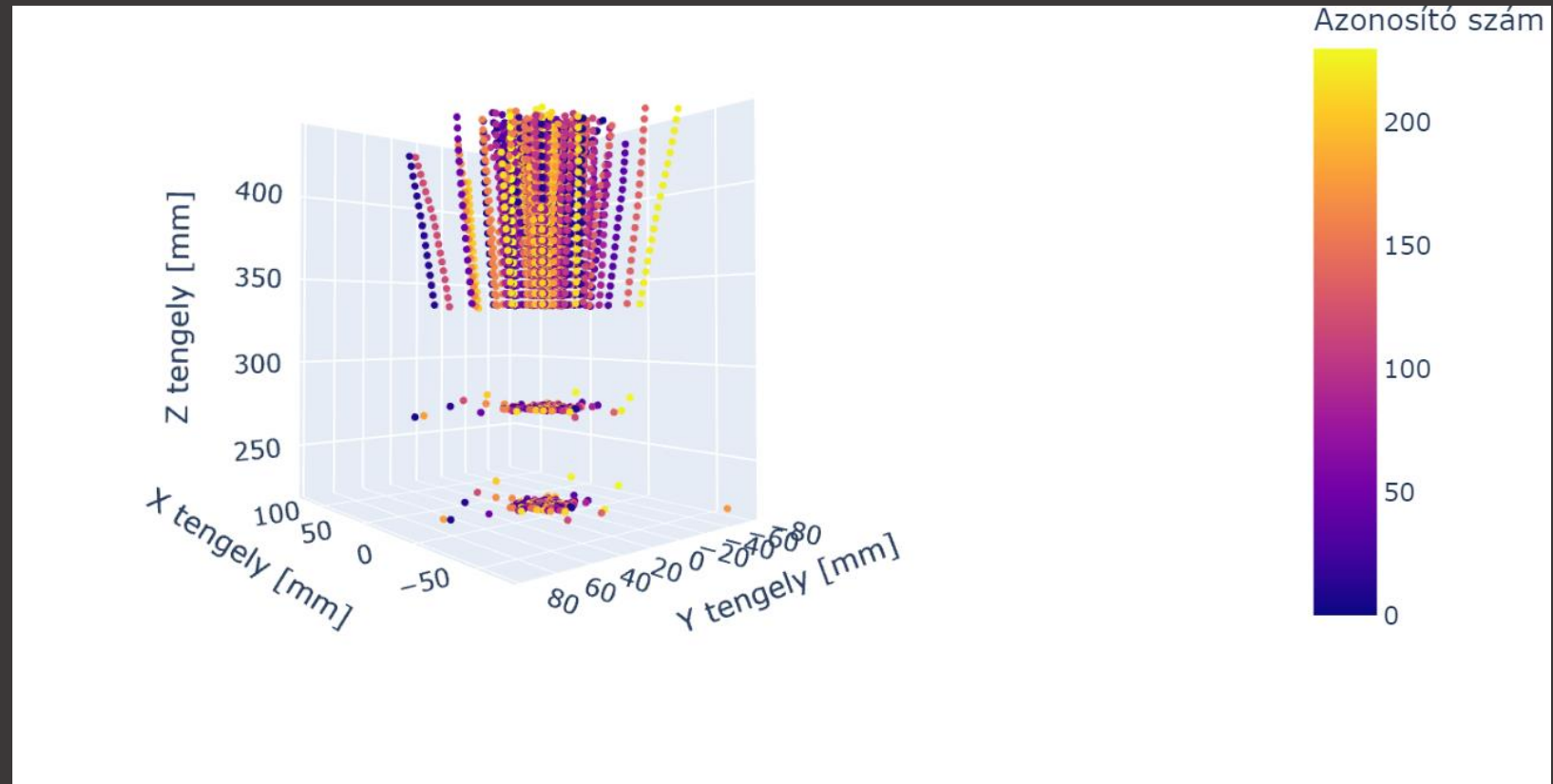
Point cloud

- Második probléma:
felcserélhetőség



Point cloud

- Megoldás:
Eredmények permutálása



Point cloud

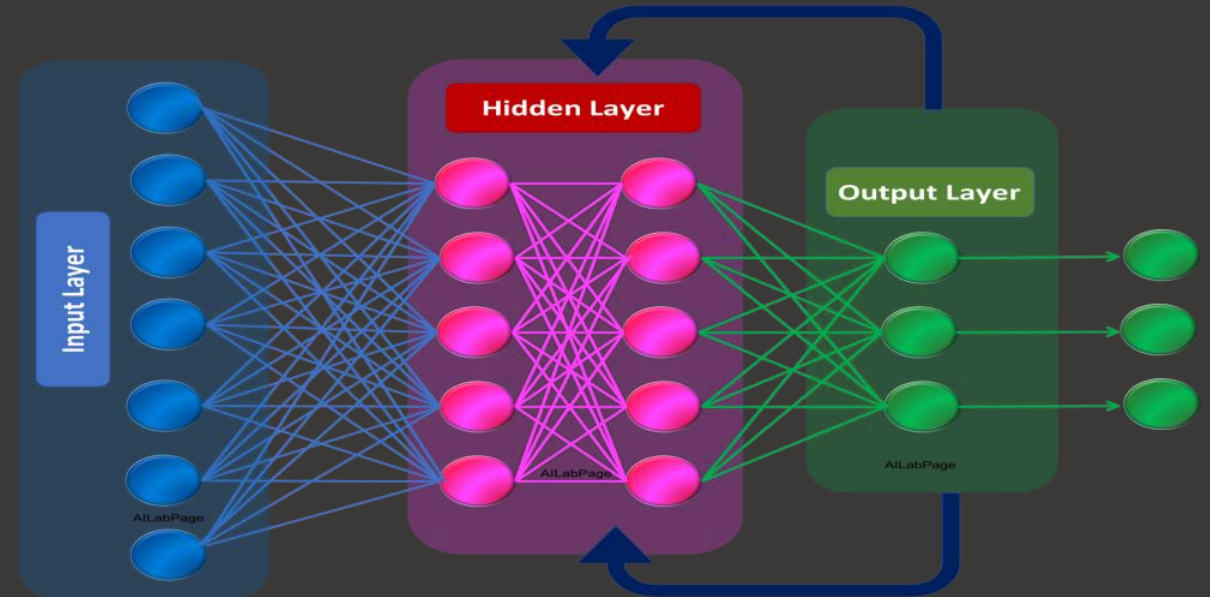
- Megoldás:
Eredmények permutálása

```
def custom_loss(y_true, y_pred):  
    base_lossF = tf.keras.losses.CategoricalCrossentropy(reduction=tf.keras.losses.Reduction.NONE)  
    lossf = length_differences  
    perms = permutations(range(num_classes))  
    results = [  
        base_lossF(tf.gather(y_true, [*permuted_idx, num_classes], axis = 2), y_pred)  
        +  
        lossf(tf.gather(y_true, [*permuted_idx, num_classes], axis = 2), y_pred) * number_bias  
        for permuted_idx in perms ]  
    batchResult = tf.math.reduce_min(results)  
    return tf.nn.compute_average_loss(batchResult, global_batch_size=GLOBAL_BATCH_SIZE)
```


Rekurrens hálózat

Recurrent Neural Networks

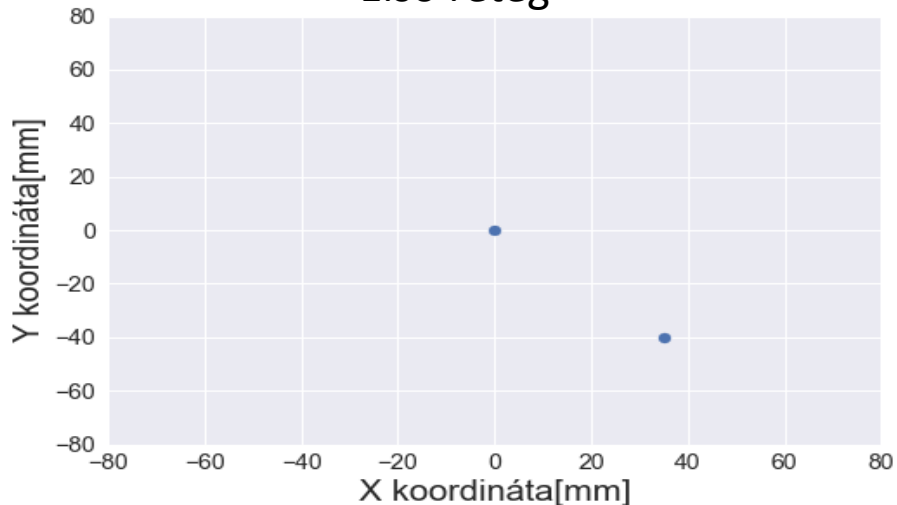
- Eredmények visszavezetése
- Új bemenet és előző kimenet használata



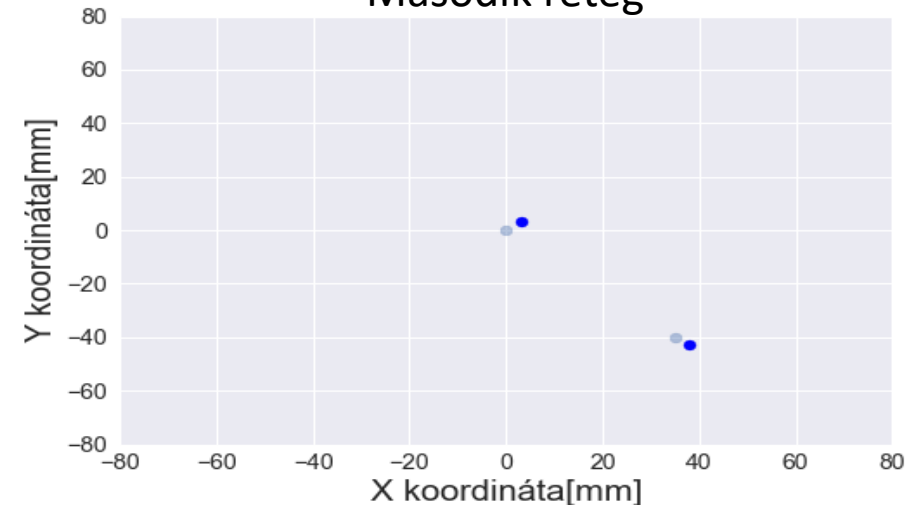
Rekurrens hálózat

- Vesszük az első két koordináta halmazt
- Kategorizáljuk
- Következő réteg pontjait kategorizáljuk, hozzáadjuk a bemenethez

Első réteg



Második réteg



Modell struktúra

```
def create_model(prevLayers:int,numTracks:int):  
    inputL = tf.keras.Input(shape= (prevLayers*4 + numTracks+1))  
    hiddenL = tf.keras.layers.Dense(32,activation = "relu")(inputL)  
    outputL = tf.keras.layers.Dense(numTracks+1,activation = "softmax")(hiddenL)  
    model = tf.keras.Model(inputs = inputL,outputs = outputL)  
    return model
```

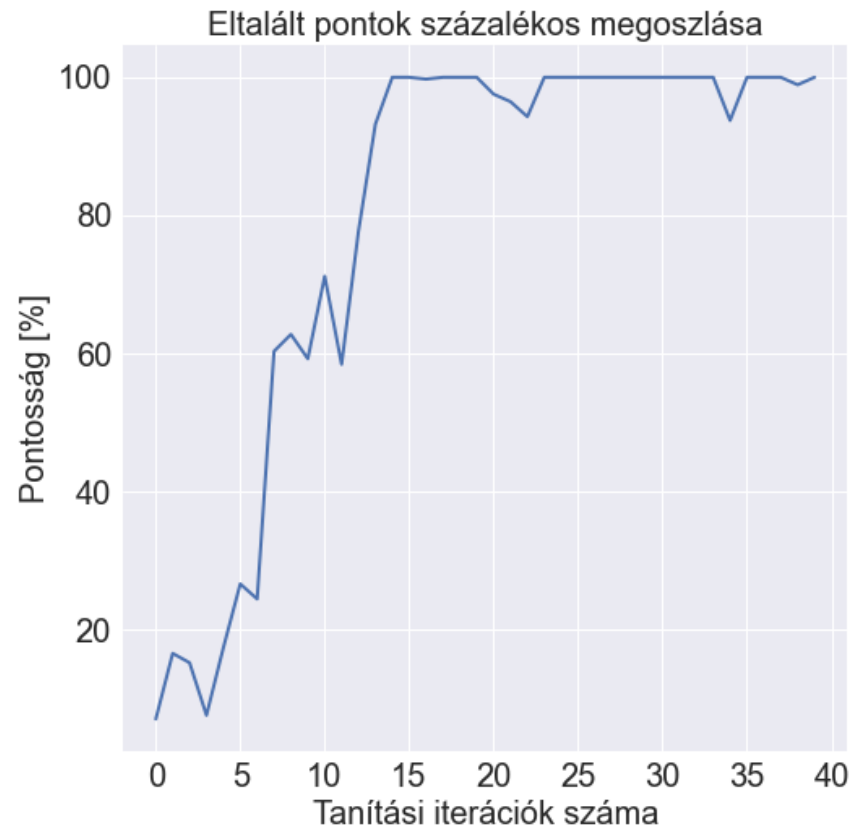
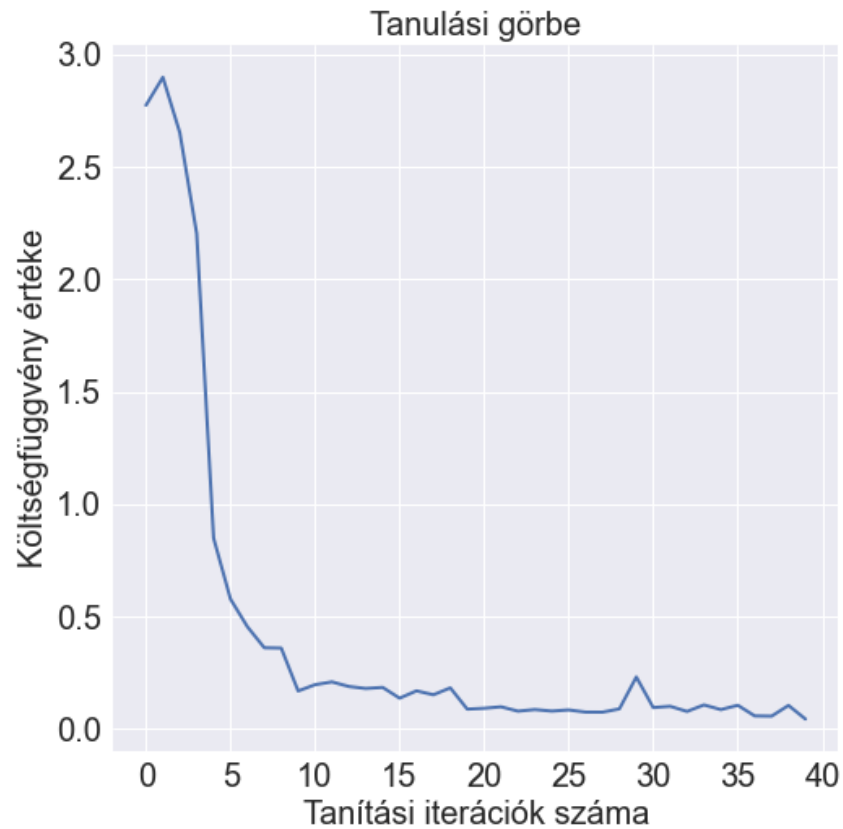
Egyedi tanítási ciklus

```
idxs = np.random.permutation(len(x1))
x1 = x1[idxs]
y_layer = y_layer[idxs]
preds = model(tf.convert_to_tensor(x1), training = True)

OHEs = get_ohe_from_preds(preds)
ohe_loss = lossF(y_layer, tf.convert_to_tensor(OHEs))
layerLoss = lossF(y_layer, preds) + ohe_loss*gamma
lossValue += layerLoss
predictions = OHEs[np.argsort(idxs)]
fps += found_points(y_layer, OHEs)

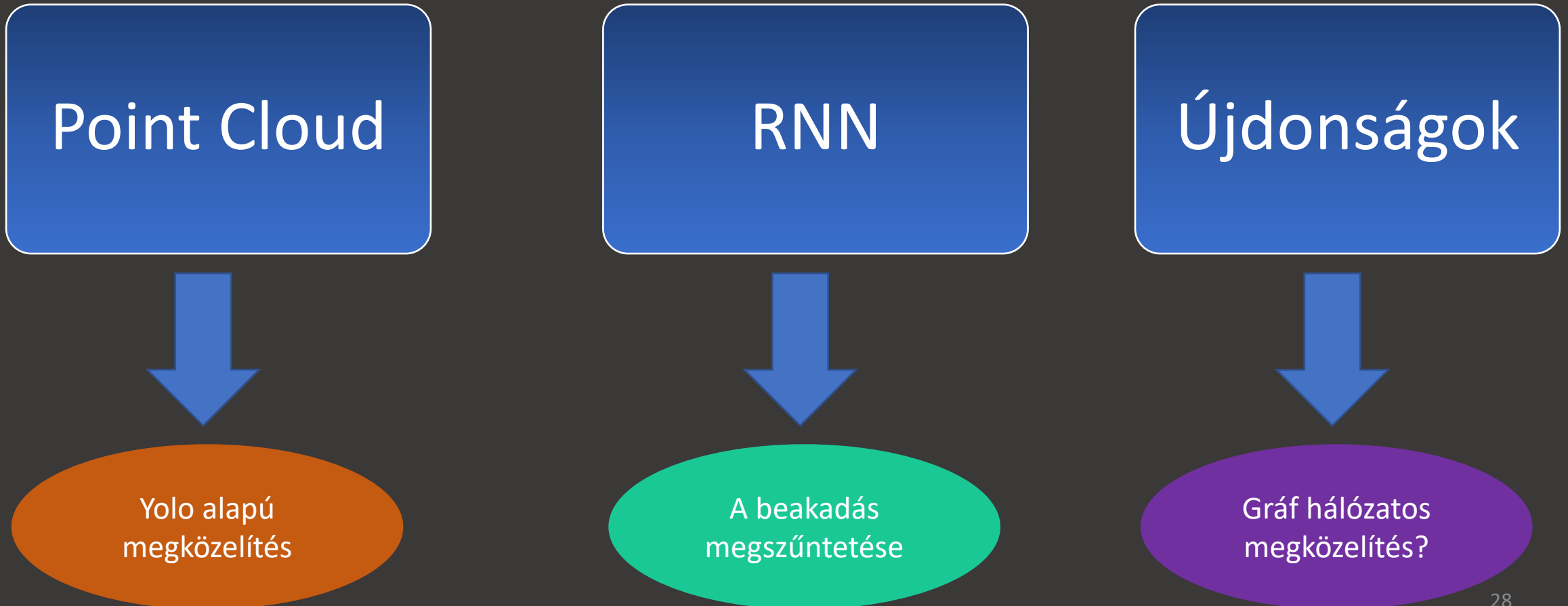
grads = tape.gradient(layerLoss, model.trainable_weights)
optimizer.apply_gradients(zip(grads, model.trainable_weights))
```

Eredmények 16 részecskeútra



Valamiért 22 pont
környékén megragad

Tervek a jövőre



Köszönetnyilvánítás

- Dr. Papp Gábor és Dr. Bíró Gábor
- A kutatás az Európai Unió támogatásával valósult meg, az RRF-2.3.1-21-2022-00004 azonosítójú, Mesterséges Intelligencia Nemzeti Laboratórium projekt keretében.
- MassivPara@HEP (2020-2.1.1-ED-2021-00179)

Források

- <https://www.uwa.edu.au/study/courses/master-of-surgery>
- <https://www.timesofisrael.com/major-israeli-hospital-admits-giving-cancer-patients-expired-chemotherapy-drugs/>
- <https://www.saferradiationtherapy.com/radiation-therapy-2/>
- <https://www.meme-arsenal.com/en/create/template/512435>
- <https://www.cbr.com/terminator-2-ruined-franchise/>
- <https://ruinmyweek.com/memes/woman-yelling-at-cat-meme-is-still-going-strong-and-were-not-complaining-31-memes/>
- https://hmn.wiki/hu/Bragg_peak
- <https://www.dreamstime.com/creative-abstract-d-render-illustration-tnt-time-bomb-explosive-digital-electronic-countdown-timer-clock-isolated-white-image109082548>
- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stylised_atom_with_three_Bohr_model_orbits_and_stylised_nucleus.svg
- <https://medium.com/deep-math-machine-learning-ai/chapter-1-2-gradient-descent-with-math-d4f2871af402>
- <https://365datascience.com/trending/backpropagation/>
- https://www.sharetechnote.com/html/NN/NN_Perceptron_H1.html
- <https://towardsdatascience.com/activation-functions-neural-networks-1cbd9f8d91d6>
- <https://videohive.net/item/programming-codes/23329813>
- <https://medium.com/swlh/simple-explanation-of-recurrent-neural-network-rnn-1285749cc363>
- H.E.S. Pettersen for the Bergen pCT collaboration, Design optimization of pixel-based range telescope for proton computed tomography , Physica Medica 87-97 (2019), doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2019.05.026>

Köszönöm a figyelmet!