UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

Approcci di deep learning per la classificazione di Point Cloud di oggetti 3D

Giulia Scarpa (Matr. 26780A)
Relatrice: Raffaella Lanzarotti

Introduzione

OBIETTIVO: Classificazione di oggetti 3D tramite tecniche di deep learning

Point cloud: punti nello spazio 3D, caratterizzati da coordinate (x, y, z) e da altre informazioni come colore o normali.

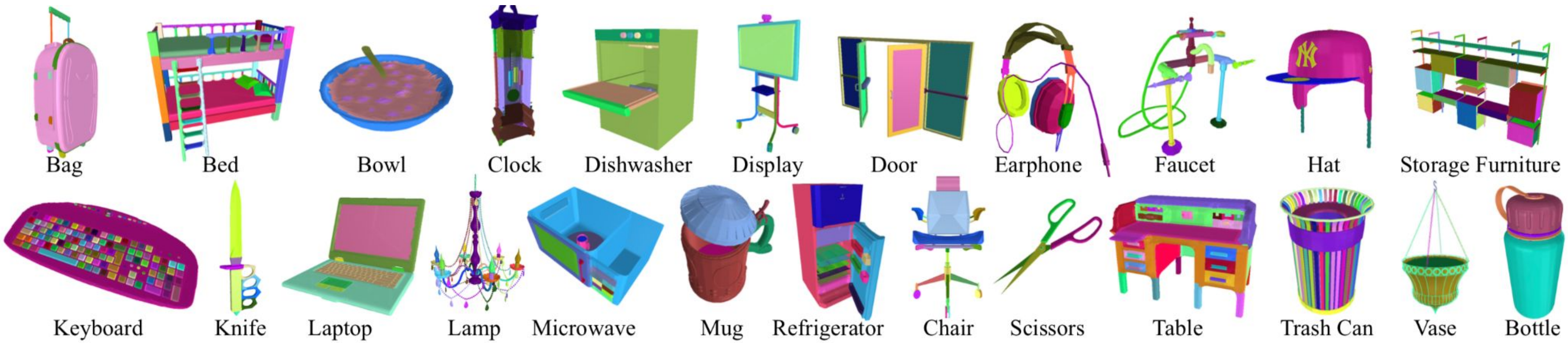
Tecniche di deep learning utilizzate:

- Graph Neural Networks (GNN)
- Point Cloud Neural Networks (PCNN)

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

Dataset

PartNet: dataset che contiene modelli 3D appartenenti a 24 categorie di oggetti.

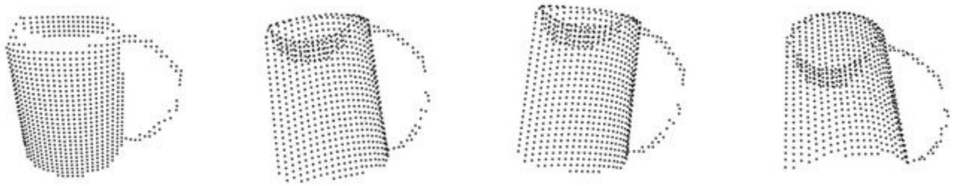


In questo progetto abbiamo utilizzato 8 oggetti (Vase, Lamp, Knife, Bottle, Laptop, Faucet, Chair, Table) per un totale di 3985 elementi.

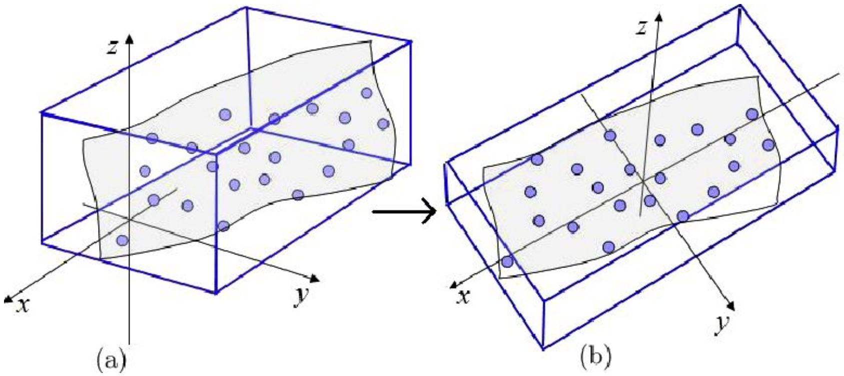
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

Elaborazione point cloud

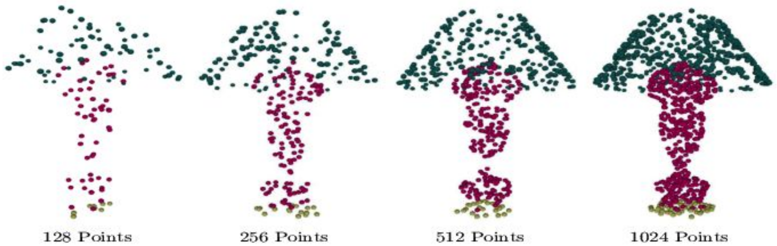
1. Rototraslazione casuale



2. Normalizzazione

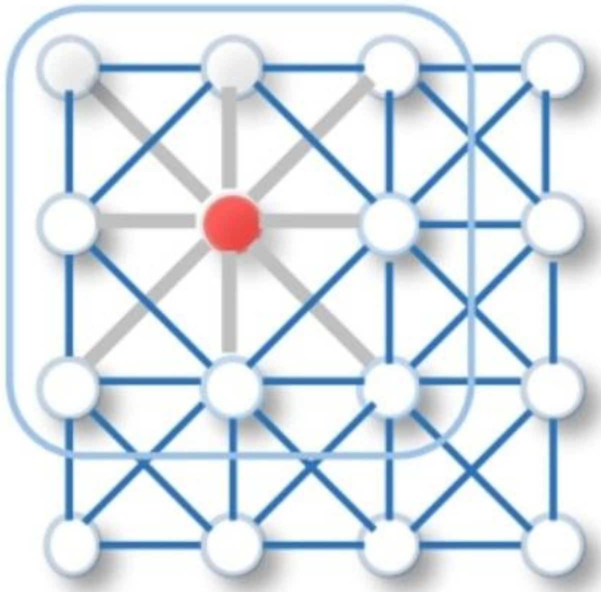


3. Farthest Point Sampling

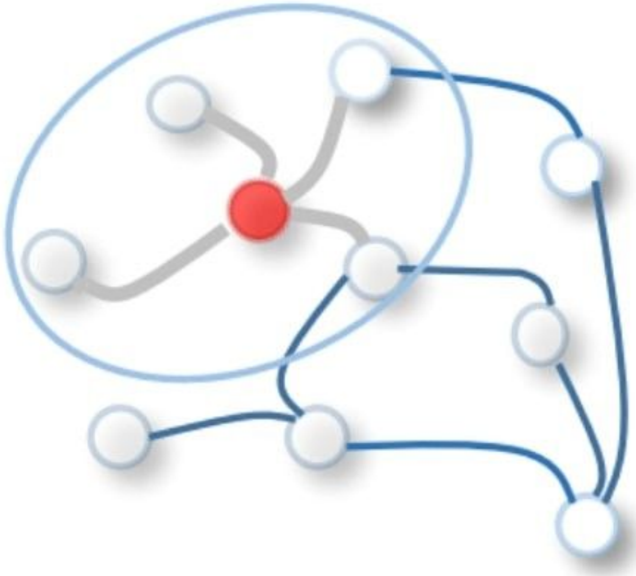


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

Graph Neural Network (GNN)



(a) 2D Convolution on an image



(b) Graph Convolution

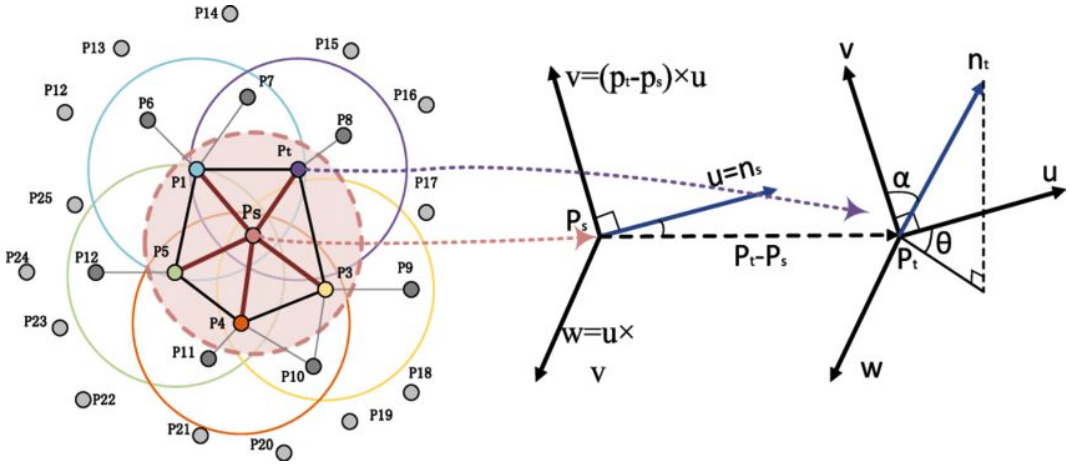
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

GNN: costruzione del grafo

1. Costruzione grafo: k-nearest neighbors (k-nn)

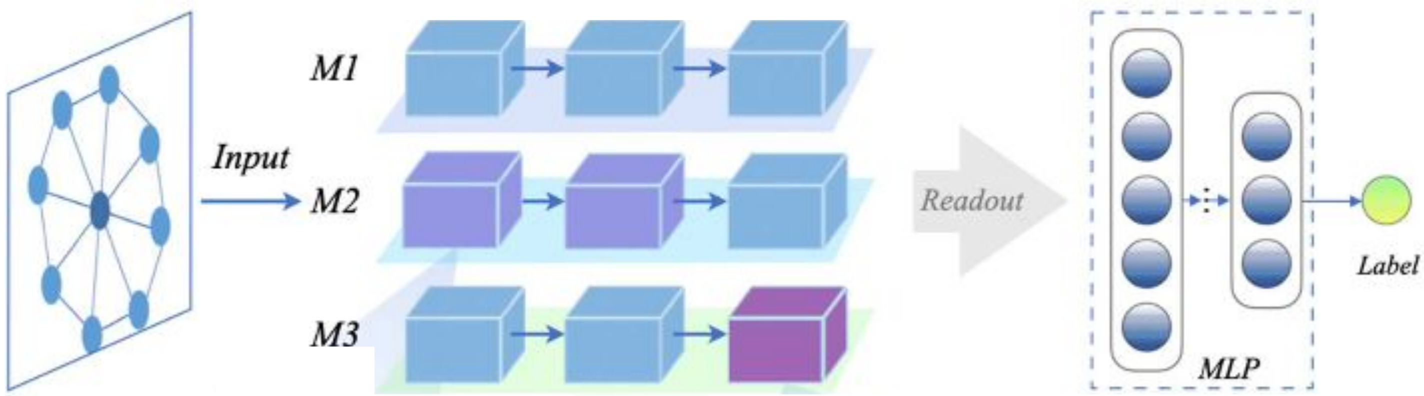
$k=2$ $k=4$ $k=5$

2. Fast Point Feature Histograms



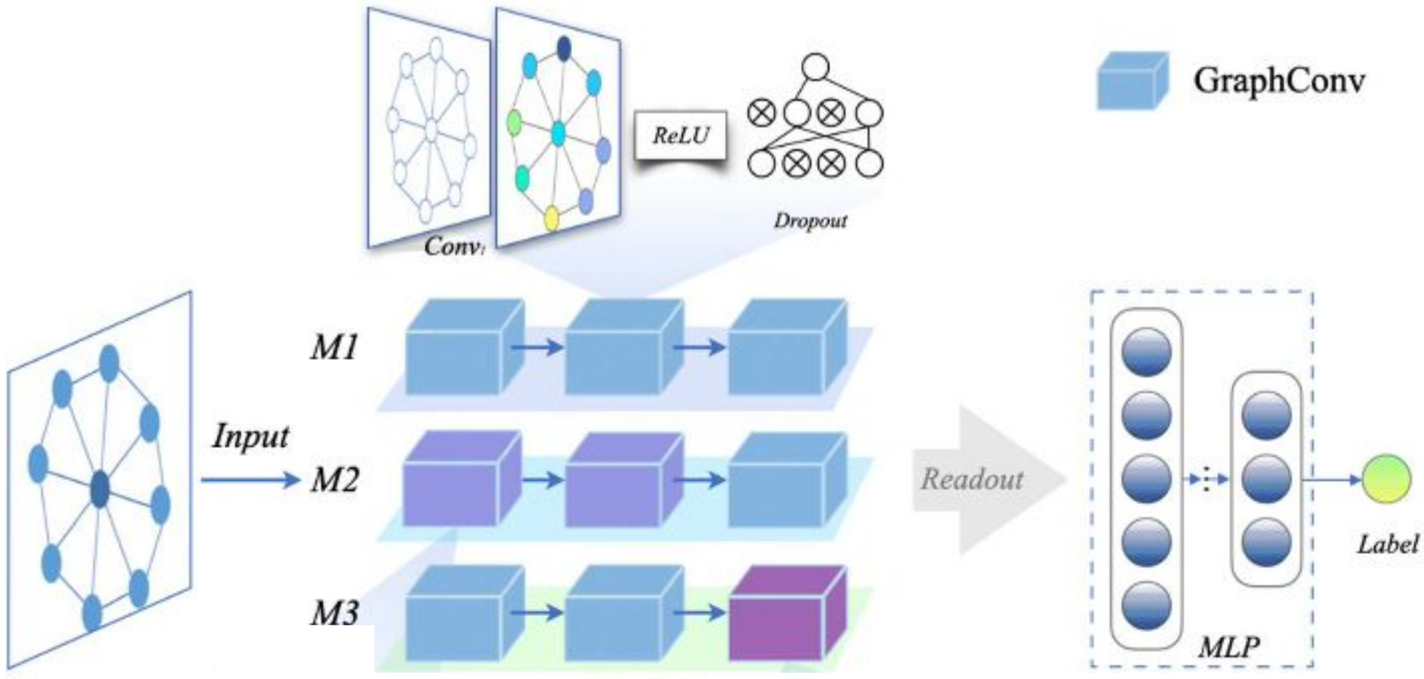
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

Modelli (1)



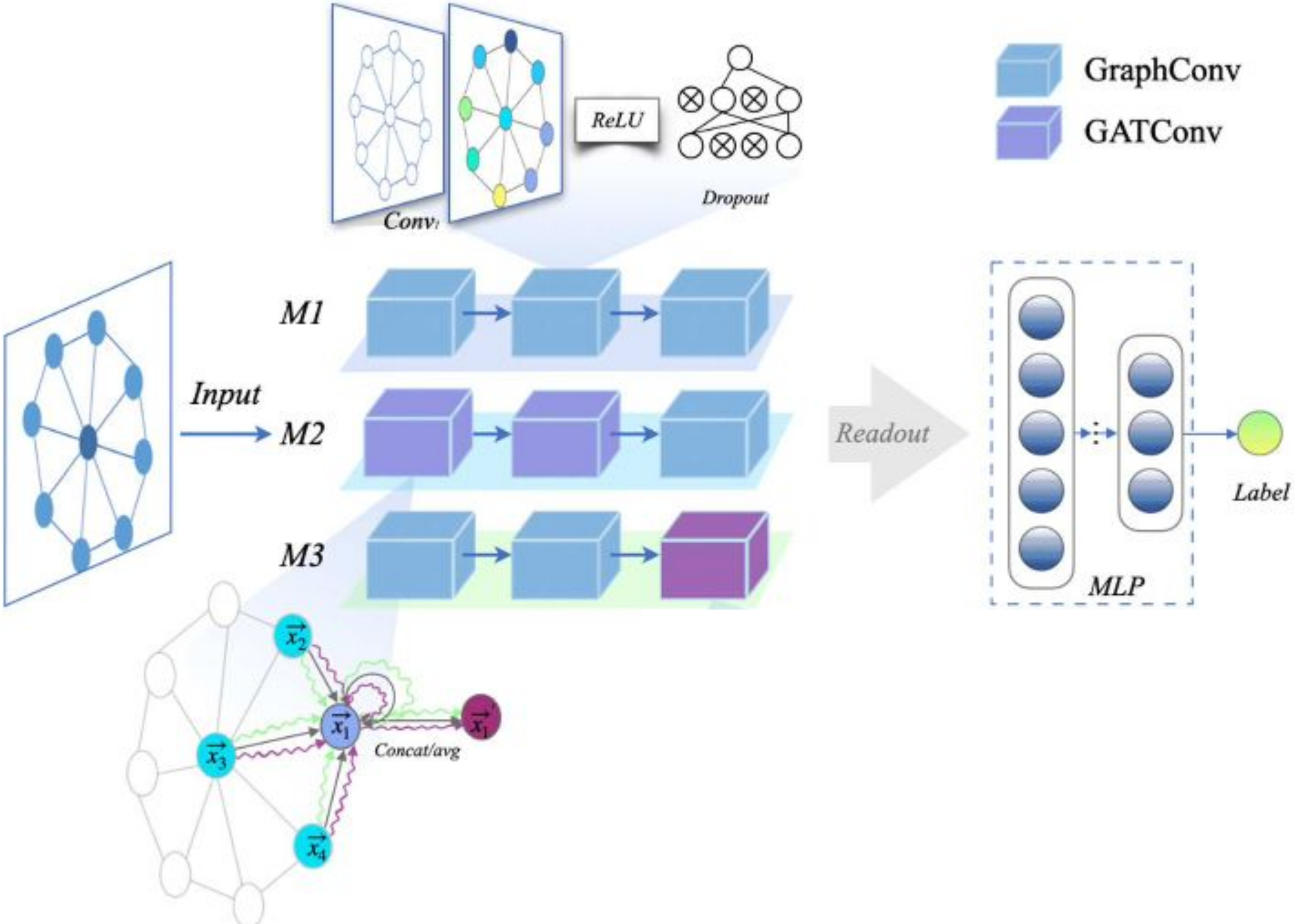
Ispirati da: DUAN, Haojie, et al. Radiotherapy Sensitivity Prediction For Glioma Based On Graph Convolutional Networks.

Modelli (1)



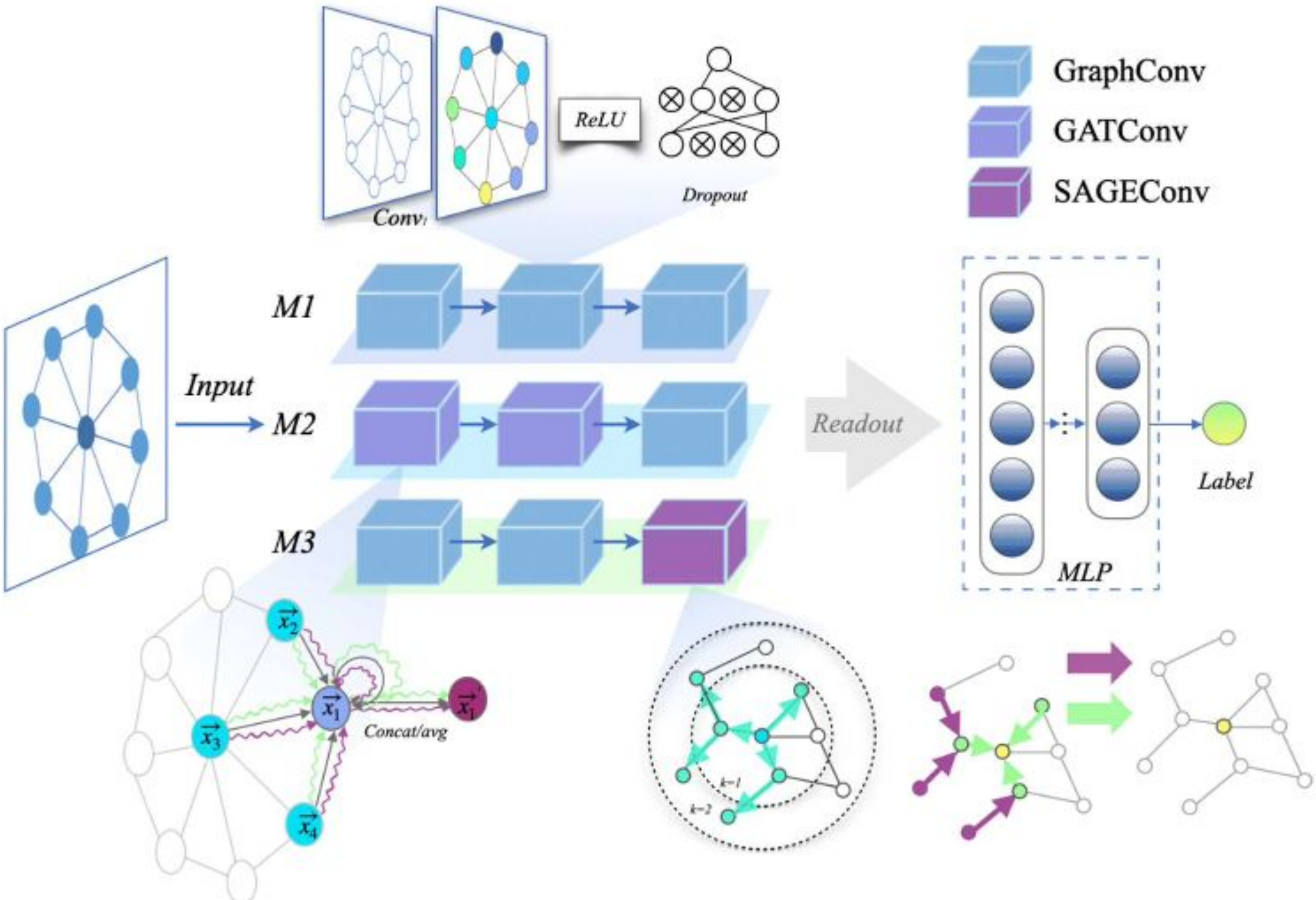
Ispirati da: DUAN, Haojie, et al. Radiotherapy Sensitivity Prediction For Glioma Based On Graph Convolutional Networks.

Modelli (1)



Ispirati da: DUAN, Haojie, et al. Radiotherapy Sensitivity Prediction For Glioma Based On Graph Convolutional Networks.

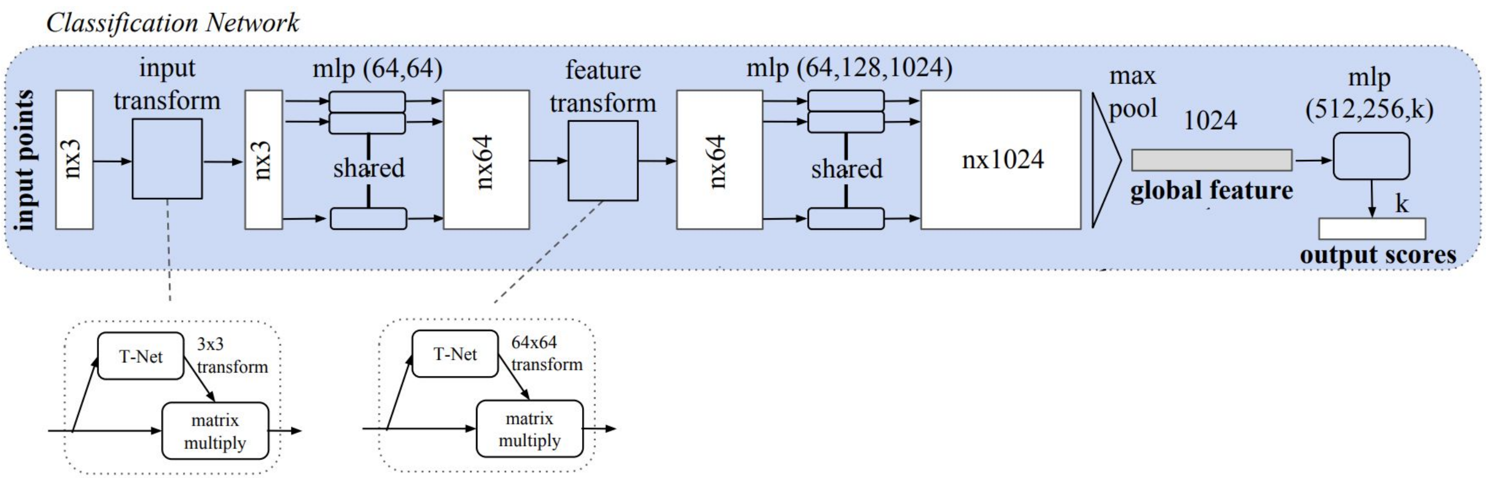
Modelli (1)



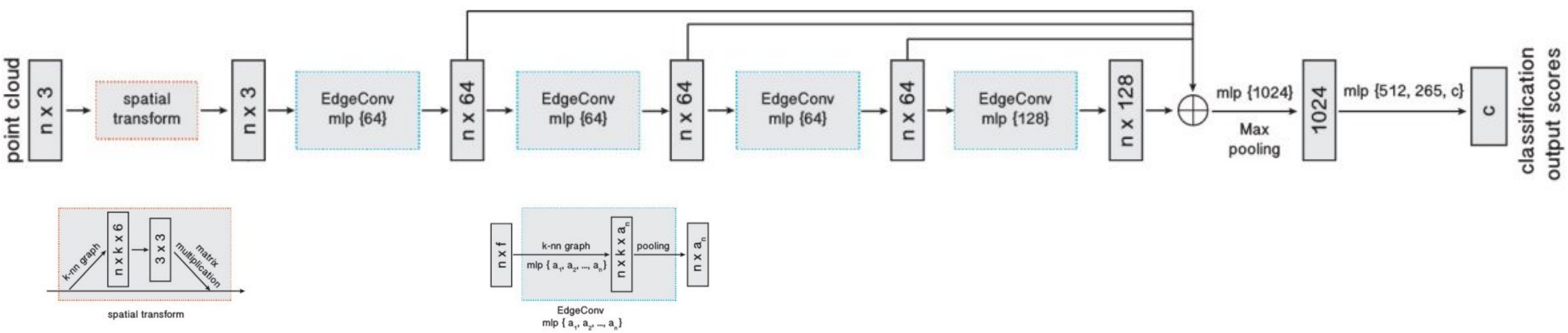
Ispirati da: DUAN, Haojie, et al. Radiotherapy Sensitivity Prediction For Glioma Based On Graph Convolutional Networks.

Modelli (2)

PointNet



DGCNN (Dynamic Graph CNN)



WANG, Yue, et al. Dynamic graph cnn for learning on point clouds. ACM Transactions on Graphics (tog), 2019.

Esperimenti

- Nested 5-fold cross-validation
- Ottimizzatore: Adam
- Iperparametri: learning rate: 0.0001, weight decay: 10−4 , epoche: 250, batch size: 32
- Early stopping: patience = 15 epoche.
- Loss: Cross Entropy
- Metriche dei modelli: loss, accuracy, f1-score, auroc e auprc.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

Risultati (1)

Confusion Matrix - GCNConv

True Labels \ Predicted Labels	Vase	Lamp	Knife	Bottle	Laptop	Faucet	Chair	Table
Vase	361.0	20.0	10.0	36.0	9.0	10.0	42.0	12.0
Lamp	46.0	352.0	8.0	17.0	4.0	16.0	47.0	10.0
Knife	9.0	9.0	410.0	2.0	12.0	8.0	40.0	10.0
Bottle	62.0	17.0	7.0	385.0	2.0	8.0	16.0	3.0
Laptop	6.0	2.0	5.0	1.0	450.0	0.0	10.0	11.0
Faucet	6.0	10.0	13.0	10.0	1.0	432.0	27.0	1.0
Chair	12.0	18.0	8.0	8.0	3.0	6.0	408.0	37.0
Table	18.0	9.0	15.0	3.0	25.0	0.0	71.0	359.0

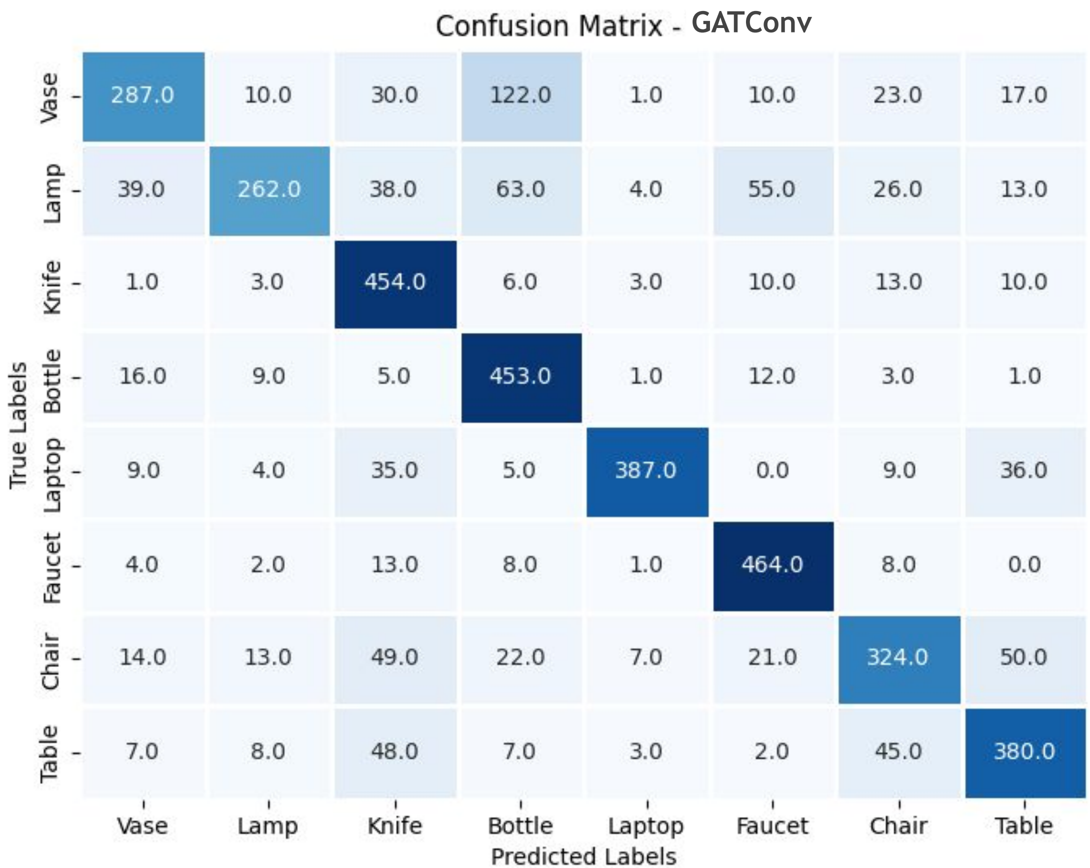
Train Accuracy: 81.49%
Validation Accuracy: 77.62%
Test Accuracy: 80.25%

Confusion Matrix - SAGEConv

True Labels \ Predicted Labels	Vase	Lamp	Knife	Bottle	Laptop	Faucet	Chair	Table
Vase	335.0	21.0	14.0	57.0	7.0	11.0	38.0	17.0
Lamp	34.0	357.0	13.0	27.0	6.0	26.0	27.0	10.0
Knife	12.0	9.0	408.0	3.0	11.0	21.0	20.0	16.0
Bottle	68.0	17.0	4.0	388.0	1.0	8.0	10.0	4.0
Laptop	7.0	1.0	8.0	2.0	438.0	1.0	4.0	24.0
Faucet	4.0	15.0	13.0	8.0	1.0	451.0	7.0	1.0
Chair	23.0	22.0	19.0	8.0	4.0	13.0	357.0	54.0
Table	12.0	8.0	21.0	4.0	15.0	0.0	51.0	389.0

Train Accuracy: 80.24%
Validation Accuracy: 78.10%
Test Accuracy: 78.64%

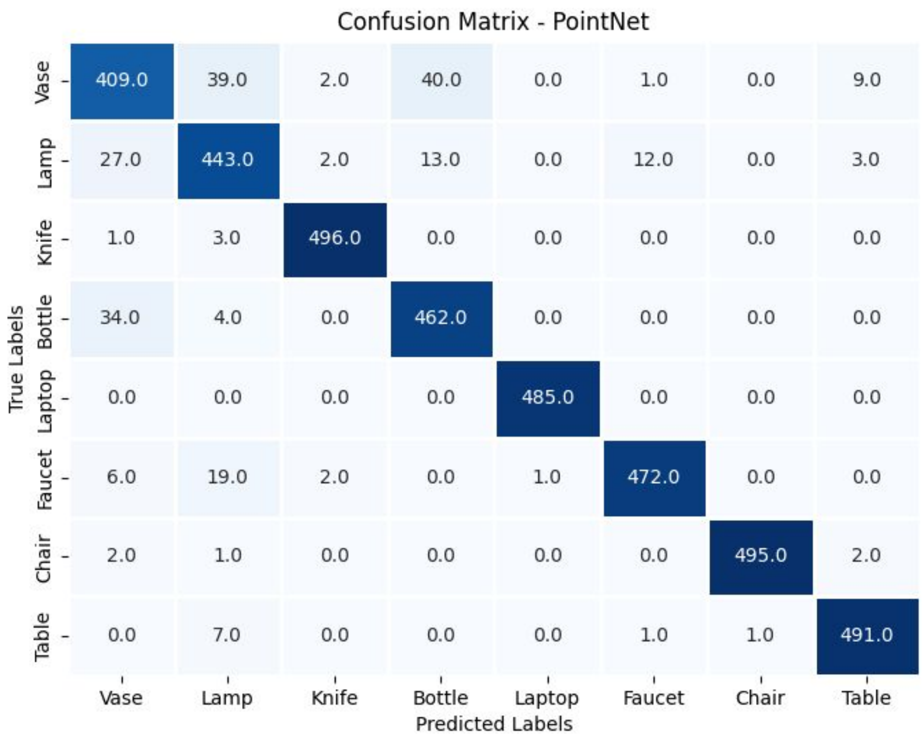
Risultati (2)



Train Accuracy: 84.67%
Validation Accuracy: 72.60%
Test Accuracy: 74.93%

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

Risultati (3)



PointNet

Train Accuracy: 98.9%
Validation Accuracy: 95.36%
Test Accuracy: 95.13%

DGCNN

Train Accuracy: 99.71%
Validation Accuracy: 97.01%
Test Accuracy: 96.94%

Conclusioni e sviluppi futuri

- ➔ PERFORMANCE: il modello DGCNN si è dimostrato la soluzione più promettente.
- ➔ DIMENSIONALITÀ: raddoppiando il numero di punti campionati e il numero di vicini k, le prestazioni rimangono simili.
- ➔ GRANULARITÀ: margini di miglioramento nel distinguere oggetti con forme simili.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

Grazie per l’attenzione