

***Classificazione di immagini  
istopatologiche con  
tecniche di apprendimento miste***



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI**  
**FACOLTÀ DI SCIENZE**

Corso di Laurea Triennale in Informatica

**Relatore**

Dott. Andrea Loddo

Prof.ssa Cecilia di Ruberto

**Studente**

Marco Usai

60/61/65762

Anno accademico: 2021-2022



# Problema



Il tumore gastrico è il quinto tumore più diffuso al mondo, nonché il quarto più letale.



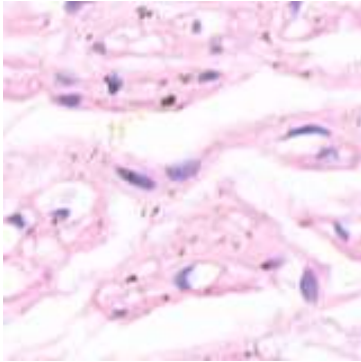
I medici, dato l'ingente carico di lavoro, potrebbero diagnosticare in modo errato la patologia, perciò necessitano di un supporto che riduca al minimo tale possibilità di errore.



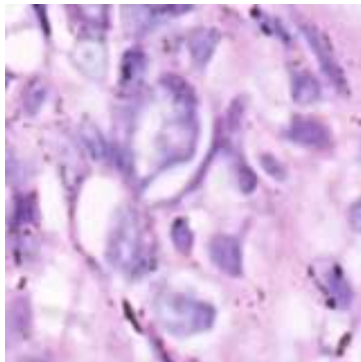
La tecnologia informatica si è evoluta a tal punto da poterli assistere mediante tecniche automatiche di apprendimento e classificazione.



L'obiettivo è quello di ottimizzare tali tecniche per ottenere dei risultati più soddisfacenti possibile.



Immagini normali:  
non contenenti  
aree cancerogene.



Immagini anormali:  
contenenti più del 50%  
di aree cancerogene.

# Dataset: GasHisSDB

- Suddiviso in tre sottocartelle in base alla risoluzione delle immagini: 160, 120, 80.
- Si affrontano due diversi task:
  - Task 1: Classificazione di immagini 160x160
  - Task 2: Sperimentazione cross-dataset

# Feature estratte

## Handcrafted:

### Texture:

- LBP18
- GLCM

### Colore:

- Feature di Haar
- Istogramma del colore
- Auto-correlogram

### Momenti invarianti:

- Momenti di Zernike
- Momenti di Chebishev di prima specie
- Momenti di Chebishev di seconda specie
- Momenti di Legendre

## Deep:

- DenseNet 201
- EfficientNet-b0
- AlexNet
- DarkNet 53, 19
- GoogleNet
- Inception-v3
- Inception-ResNet-v2
- ResNet 101, 50, 18
- VGG
- Xception

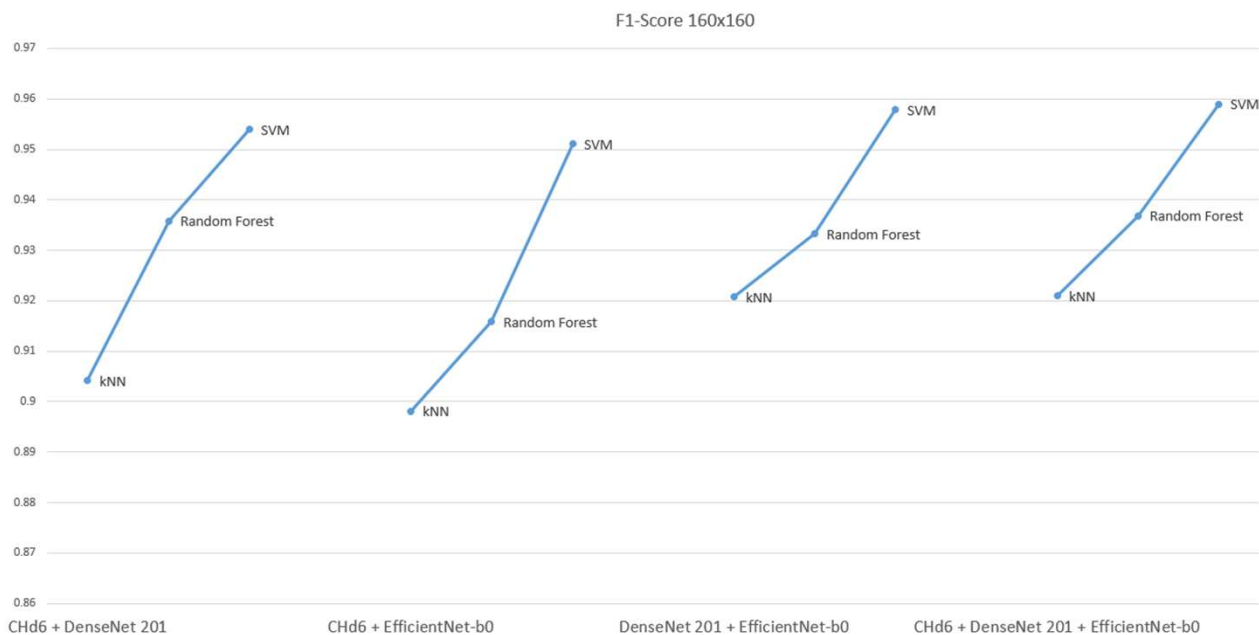
# Migliori risultati ottenuti

Top  
feature  
handcrafted

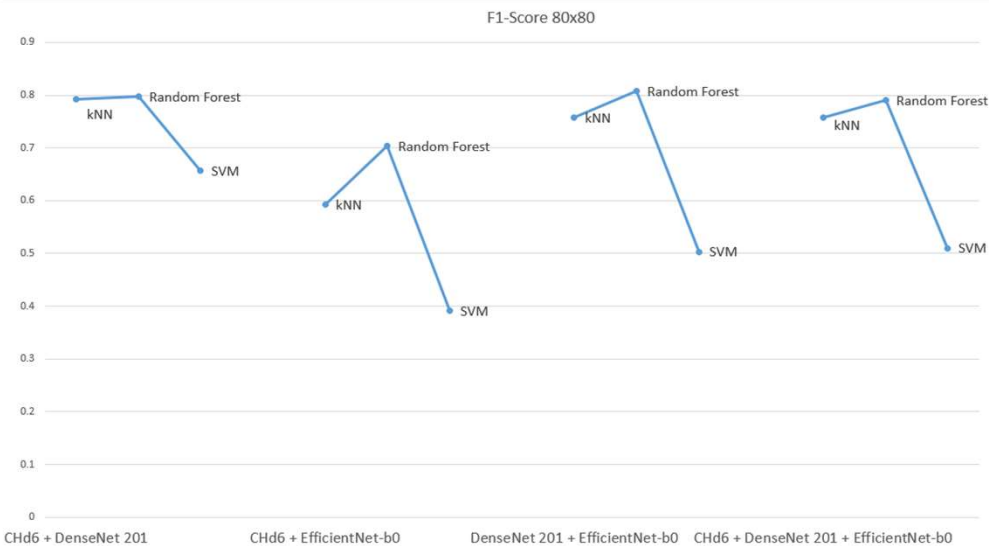
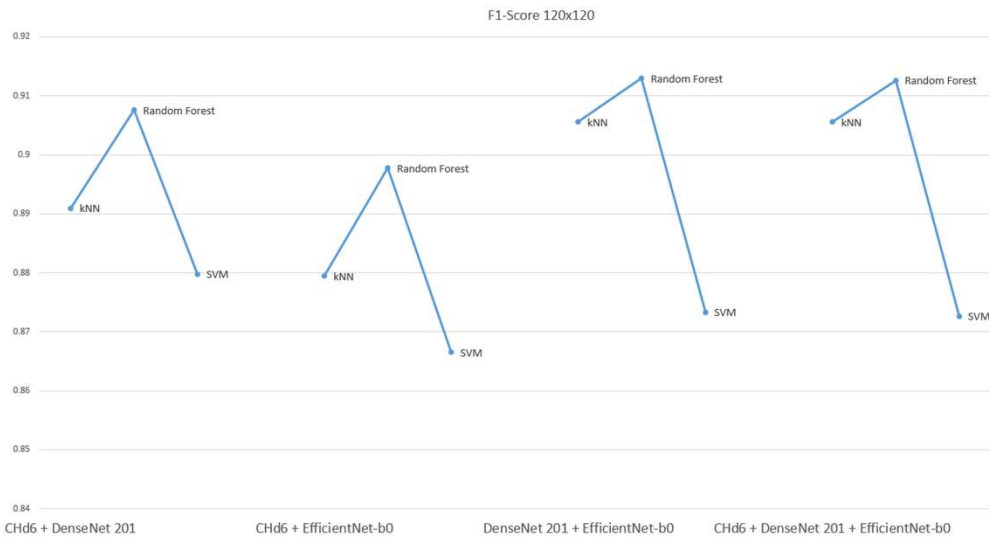
Features	Classificators	Accuracy	Precision	Recall	Specificity	F-Score	MCC	BACC
	kNN	65.24%	71.84%	70.09%	57.79%	70.95%	27.71%	63.94%
	SVM	72.51%	71.57%	90.60%	44.72%	79.97%	40.82%	67.66%
CHd6	Random Forest	78.11%	79.66%	85.76%	66.36%	82.60%	53.48%	76.06%
	Fine Tree	70.47%	75.94%	75.00%	63.50%	75.47%	38.38%	69.25%
	Ensemble	80.14%	81.88%	86.31%	70.67%	84.04%	57.95%	78.49%

Top 2  
feature  
deep

Features	Classificators	Accuracy	Precision	Recall	Specificity	F-Score	MCC	BACC
	Ensemble	40.14%	61.14%	3.20%	96.88%	6.08%	0.21%	50.04%
	Fine Tree	84.92%	87.51%	87.60%	80.80%	87.56%	68.42%	84.20%
DenseNet 201	kNN	88.21%	89.04%	91.84%	82.63%	90.42%	75.16%	87.23%
	Random Forest	91.93%	92.61%	94.20%	88.46%	93.40%	83.05%	91.33%
	SVM	94.43%	95.41%	95.39%	92.95%	95.40%	88.33%	94.17%
	Ensemble	41.87%	84.62%	4.91%	98.63%	9.28%	9.39%	51.77%
	Fine Tree	78.79%	82.62%	82.29%	73.41%	82.46%	55.64%	77.85%
EfficientNet-b0	kNN	87.53%	89.01%	90.60%	82.82%	89.80%	73.79%	86.71%
	Random Forest	89.89%	89.96%	93.77%	83.92%	91.83%	78.71%	88.85%
	SVM	93.84%	94.69%	95.16%	91.81%	94.93%	87.09%	93.49%



Un  
affinamento:  
combinazione  
tra feature



# Sperimentazione cross-dataset

- Si decide di verificare l'efficienza dei modelli 160x160 su dataset con immagini di risoluzione differente.
- Utilizzo degli stessi modelli creati per le immagini da 160x160, per immagini da 120x120 e 80x80.
- Risultati notevoli e soddisfacenti per entrambi i dataset di immagini.

# Conclusioni

- Il classificatore più efficiente è stato il Random Forest.
- Task 1:
  - Handcrafted: CH, CH2, LM (> 80%);
  - Deep: DarkNet 53, DenseNet 201, EfficientNet-b0, Inception-ResNet-v2 (> 90%);
  - Combinazioni: CHd6-DenseNet 201-EfficientNet-b0 (> 95%)
- Task 2:
  - 80x80: > 80%;
  - 120x120: > 90%.
- Soluzione proposta: Random Forest + CHd6-DenseNet 201-EfficientNet-b0



# Conclusioni

- La combinazione tra feature ha:
  - migliorato i risultati complessivi;
  - permesso di stabilire una pipeline adatta ai task studiati.
- Il modello proposto è affidabile per la classificazione di immagini istopatologiche anche in un ambiente clinico con immagini a risoluzione differente.
- Si è migliorato lo stato dell'arte nel contesto del dataset studiato.

## Sviluppi futuri

- I lavori futuri che possono essere svolti a partire da questo lavoro sono molteplici.
- In particolare, si estenderà la classificazione su ulteriori feature e classificatori, andando a includere Vision Transformer di nuova generazione.
- Sviluppi aggiuntivi riguardanti la problematica cross-dataset saranno realizzati per mezzo di test ed eventuali raffinamenti su nuovi dataset e differenti tipologie di colorazione.



FINE

---

*Grazie a tutti per l'attenzione.*

