

Pràctica 2 APC - GPA205-0930

Martin Kaplan (1607076)

Josep Maria Domingo Catafal (1599946)

1 Apartat B

En aquest primer apartat farem servir el dataset de càncer de pit de la llibreria sklearn. Provarem diferents models amb particions de test de mides diferents. L'objectiu és veure quin funciona millor pel dataset seleccionat.

1.1 Introducció al dataset

L'objectiu d'aquest dataset és detectar si un tumor és benigne o no. Per fer-ho tenim una sèrie de features com ara la textura, el radi, etc. En total hi ha 30 features.

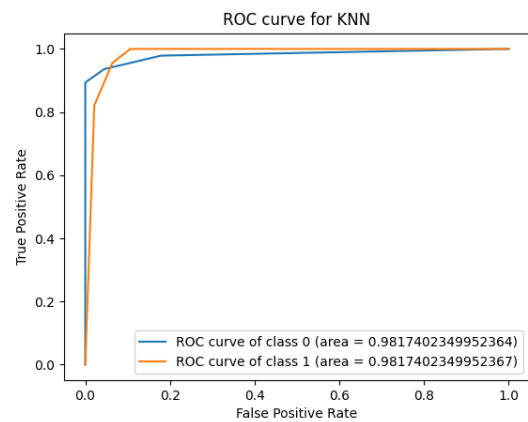
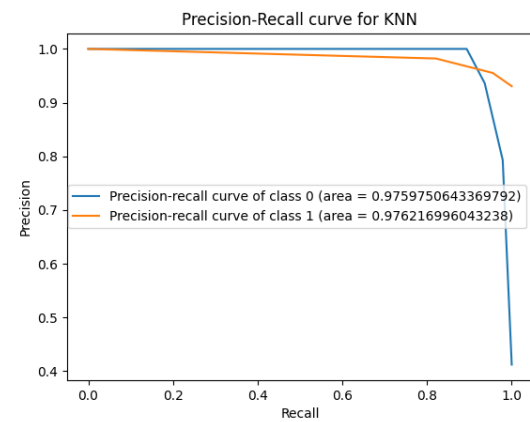
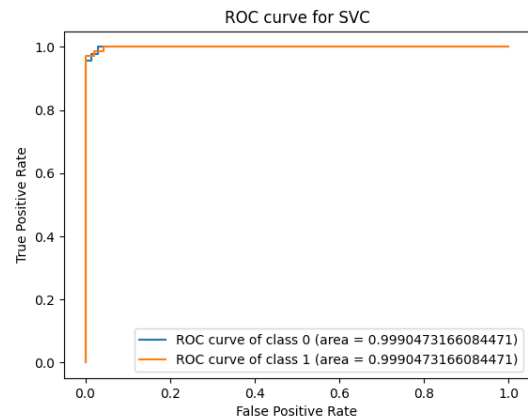
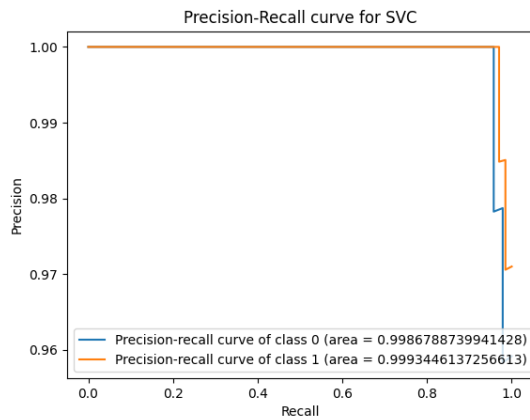
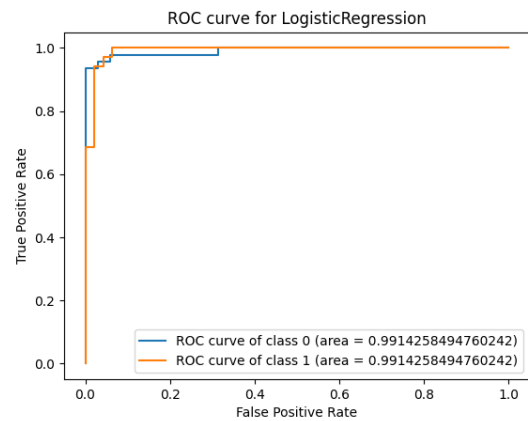
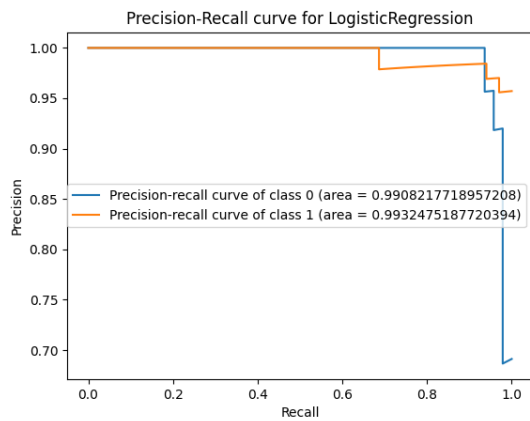
1.2 Comparativa de models

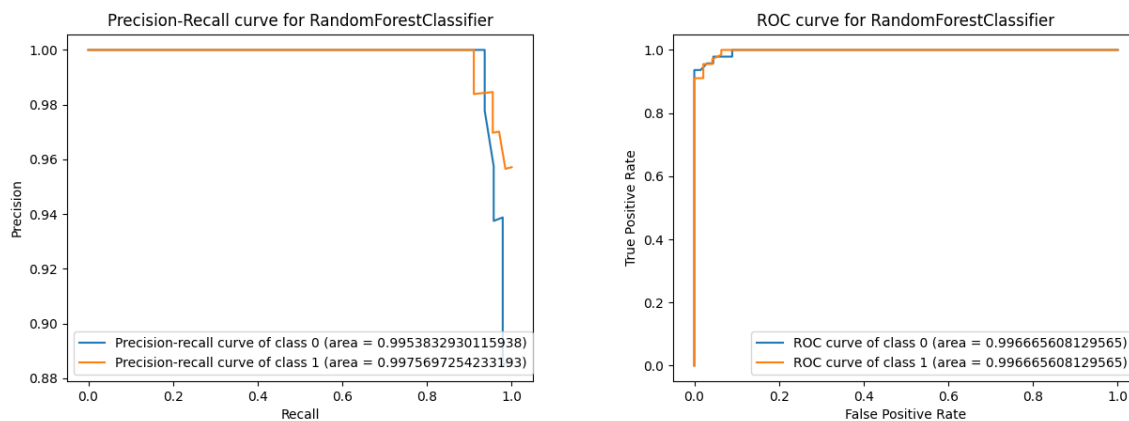
Per fer la comparativa hem escollit 4 models: Regressió Logística, SVC amb el kernel rbf KNN i Random Forest. A l'hora d'entrenar els models ho hem fet variant el percentatge de train i test. En la primera iteració ho fem amb un 0.5 de test i 0.5 de train, la segona iteració amb un 0.3 de test i un 0.7 de train i finalment l'última amb un 0.2 de test i un 0.8 de train. A continuació mostrem els resultats obtinguts:

	LogisticRegression	SVC	KNN	RandomForestClassifier
50%	0.96	0.97	0.95	0.95
70%	0.95	0.98	0.96	0.98
80%	0.96	0.97	0.96	0.96

Com podem observar tots els models han funcionat bastant bé independentment de la mida de les particions. Entre ells podem destacar el SVC com el que millor ha funcionat, però tot i això, molt proper a la resta. Per tant sembla que per al dataset escollit tots els models provats ens servien.

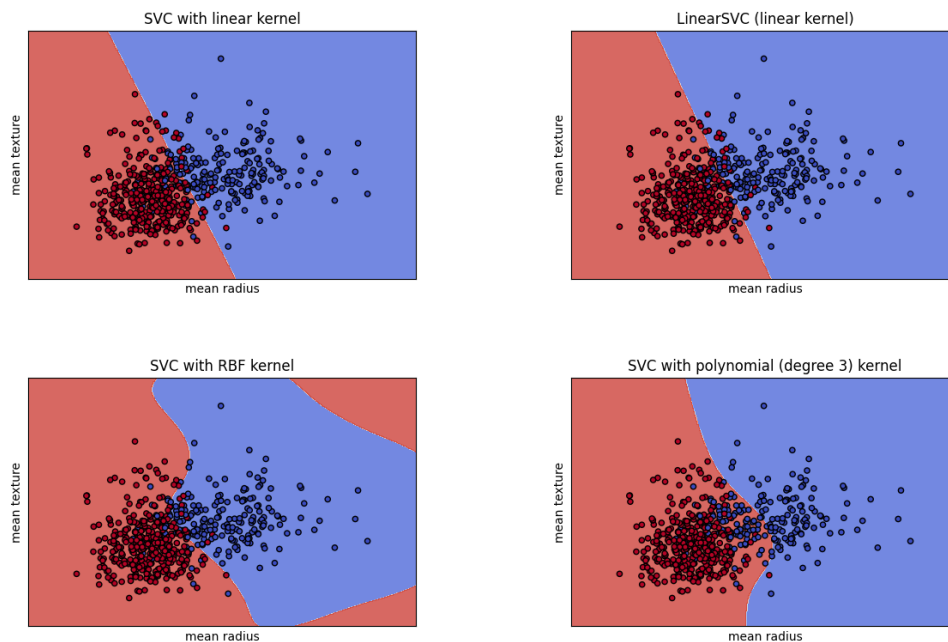
A continuació donarem un cop d'ull a les corbes ROC i Precision-Recall. Per generar les corbes s'ha fet servir una partició del 80% de train i 20% de test.



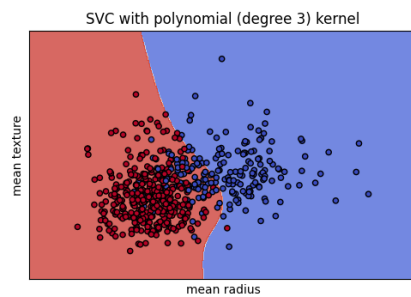
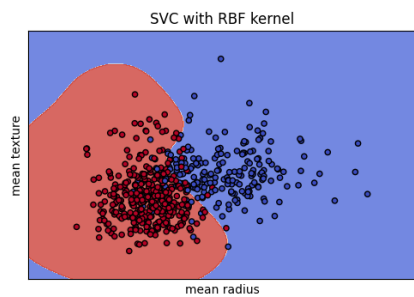
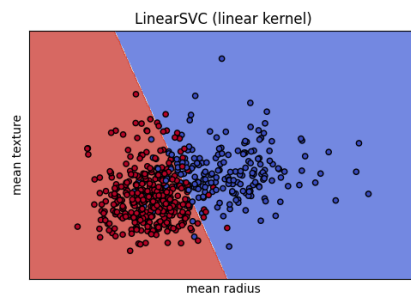
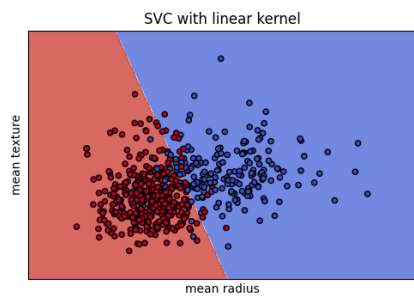


Com es pot veure a les gràfiques anteriors el SVC te una corba pràcticament perfecta, tant les corbes ROC com les PR, amb l'àrea molt propera a 1. El Random Forest és l'altre amb el que hem obtingut molts bons resultats, també amb una àrea molt propera a 1. Els altres dos models tot i que no han obtingut resultats tan perfectes s'hi apropen molt.

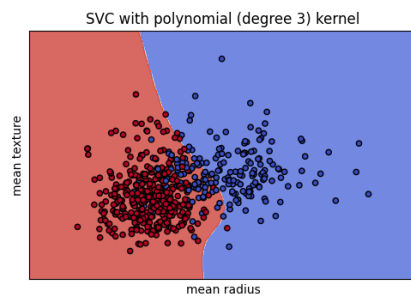
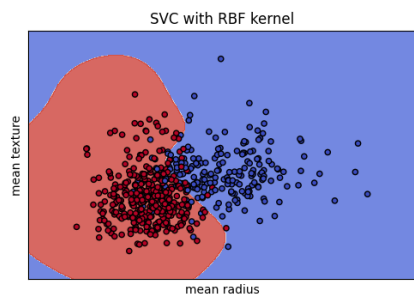
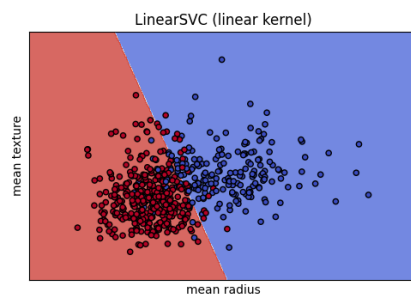
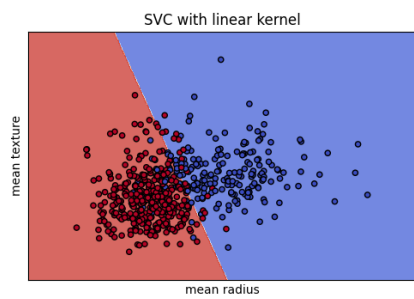
Per últim ens quedaria mirar com afecta el valor de C als diferents kernels del SVC. Hem creat una visualització per veure-ho gràficament:



$$C = 0.1$$



$C = 0.5$



$C = 1$

El valor de C no afecta al kernel lineal pero si que canvia el resultat del kernel rbf que acota més la classificació del vermell respecte a la versió amb la C de 0.1. Tot i així en cap dels 3 casos obtenim gaires classificacions errones.

2 Apartat A

De cara a aquest apartat ja ens enfocarem en un dataset amb més dades i d'on hi podem treure més suc. Igual que en l'apartat anterior probarem diversos models per trobar el que funciona millor i també farem probes per veure quins parametres fan funcionar millor cada model.

2.1 Exploratory Data Analysis

Aquest dataset està destinat a crear protesis robotiques que permetin a un usuari sense braç moure la protesi al seu gust. Per tant el gest que estigui fent aquesta persona serà el target, ja que ens interessa preveure quin gest fa la persona per així moure el braç robotic a aquesta posició.

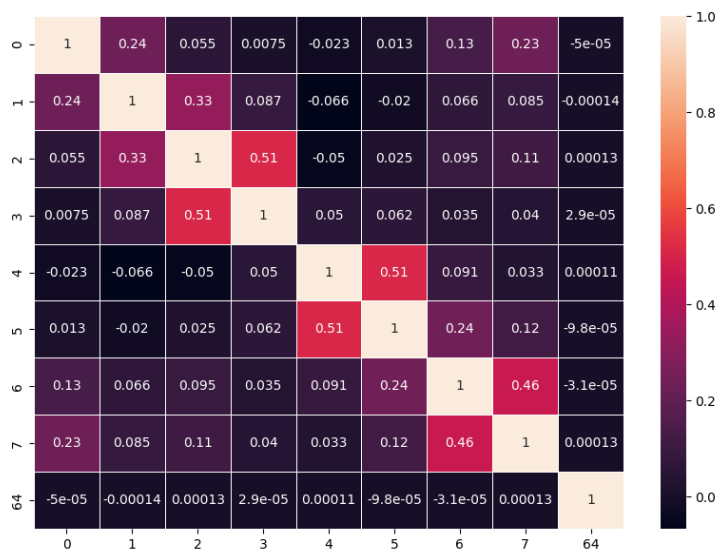
El dataset conte dades registrades de 8 sensors situats a l'avantbraç d'una persona mentre fa un dels 4 gestos predefinits. Aquests 4 gestos són els següents:

0: pedra
1: tisores
2: paper
3: ok

El número indica com identifiquem el gest dins del dataset.

El dataset disposa de 65 atributs 64 dels quals són les lectures dels sensors (disposem de 8 sensors i realitzem 8 lectures a cada sensor per tant $8 \cdot 8 = 64$). L'altre atribut restant és el gest que està realitzant la persona. Els atributs tots són numèrics.

Hem mirat a veure si hi ha alguna correlació entre X i y , però no veiem cap correlació directa entre els valors dels diferents sensors i el gest resultant. Podem veure-ho reflectit en el correlation plot següent:

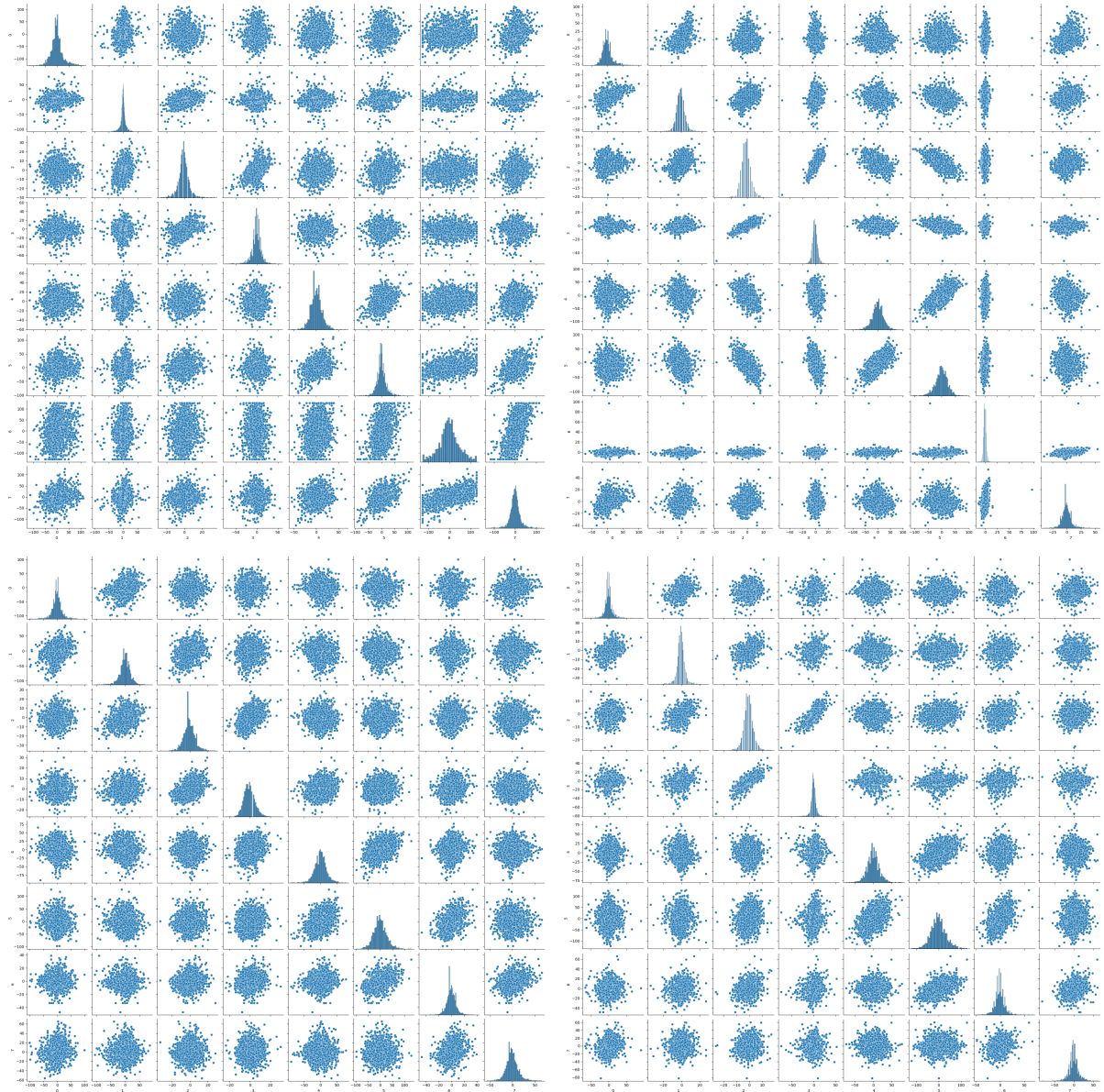


(64 és el target i 0-7 les features)

Les etiquetes estan balancejades. Hi ha pràcticament la mateixa quantitat de cada etiqueta:

0: 2910, 1: 2903, 2: 2943, 3: 2922

Totes les etiquetes tenen una distribució Gaussiana. Es pot observar la distribució en els següents pairplots (d'esquerra a dreta: Gest 0, Gest 1, Gest 2, Gest 3)



Per tant no creiem que ens pugui donar problemes a l'hora de fer una predicció.

2.2 Preprocessing

Per començar hem de preparar les dades per a poder fer coses amb elles, per tant començarem normalitzant-les, ja que els valors dels diferents sensors varien molt entre ells. També hem de mirar

que les dades no siguin nul·les o buides, ja que aquestes podrien interferir a l'hora d'aplicar diferents mètodes d'aprenentatge, per sort el nostre dataset no en tenia cap i no hem hagut de fer cap neteja. També hem determinat que les dades són totes numèriques, ja que les classes ja venen codificades, i per tant no fa falta que ho fem nosaltres.

Ens hem plantejat a fer servir una descomposició PCA, però com que no hem trobat cap patró específic a les dades, podem deduir que no serà una bona manera per reduir les dimensions. També hem considerat aplicar PolynomialFeatures, però no tindria massa sentit, ja que en el nostre cas tenim un dataset prou gran per a poder fer una bona predicció.

2.3 Model Selection

De cara a fer les prediccions hem provat diversos models, per veure qui és el que funciona millor amb el nostre dataset. Els models que hem provat són els següents:

- Logistic Regression
- SVC amb rbf kernel
- SVC amb linear kernel
- KNN
- Random Forest
- Perceptron
- Decision Tree

Hem provat tots els models i hem mirat quina és l'accuracy de cada un d'ells. Els models que ens han brindat millor resultats són SVC amb el kernel rbf i Random Forest, tots dos amb un accuracy de més del 90%. La resta de models els resultats no han sigut especialment bons, sobretot els que separen les dades linealment com el SVC amb el kernel linear o la regressió logística. Això és degut al fet que les nostres dades no són divisibles linealment, i els classificadors no les poden separar correctament.

Pel que fa a la velocitat d'entrenament dels models tots han sigut força ràpids (qüestió de segons), excepte el SVC que era el més lent i ens ha tardat pocs minuts.

Respecte als ensembles hem vist que funcionen força bé amb el nostre dataset com hem pogut veure amb el Random Forest.

Els resultats numèrics es poden veure amb més detall a l'[Annex 1](#).

2.4 Cross-validation

Per assegurar que el nostre model és bo farem servir crossvalidation, ja que a vegades es pot donar el cas que hàgim tingut sort a l'hora de dividir les dades i hàgim obtingut un bon resultat, però que realment no tinguem un bon model. Al fer cross-validation ens assurem que el model és bo, ja que provem amb diverses combinacions de dades i comprovem a veure si l'accuracy segueix sent bona o no.

Al tindre un dataset bastant gran considerem que aplicar el LeaveOneOut no ens surt rentable ja que el temps necessari per aplicar-ho és massa gran. Així que només hem aplicat K-Fold.

A l'hora d'aplicar el K-Fold hem provat diferents valors de k, des de 2 fins a 9. Més o menys hem obtingut els mateixos resultats amb els diferents valors de k, el que vol dir que els resultats que hem obtingut previament eren vàlids. Els resultats numèrics es poden veure amb més detall a l'[Annex 2](#).

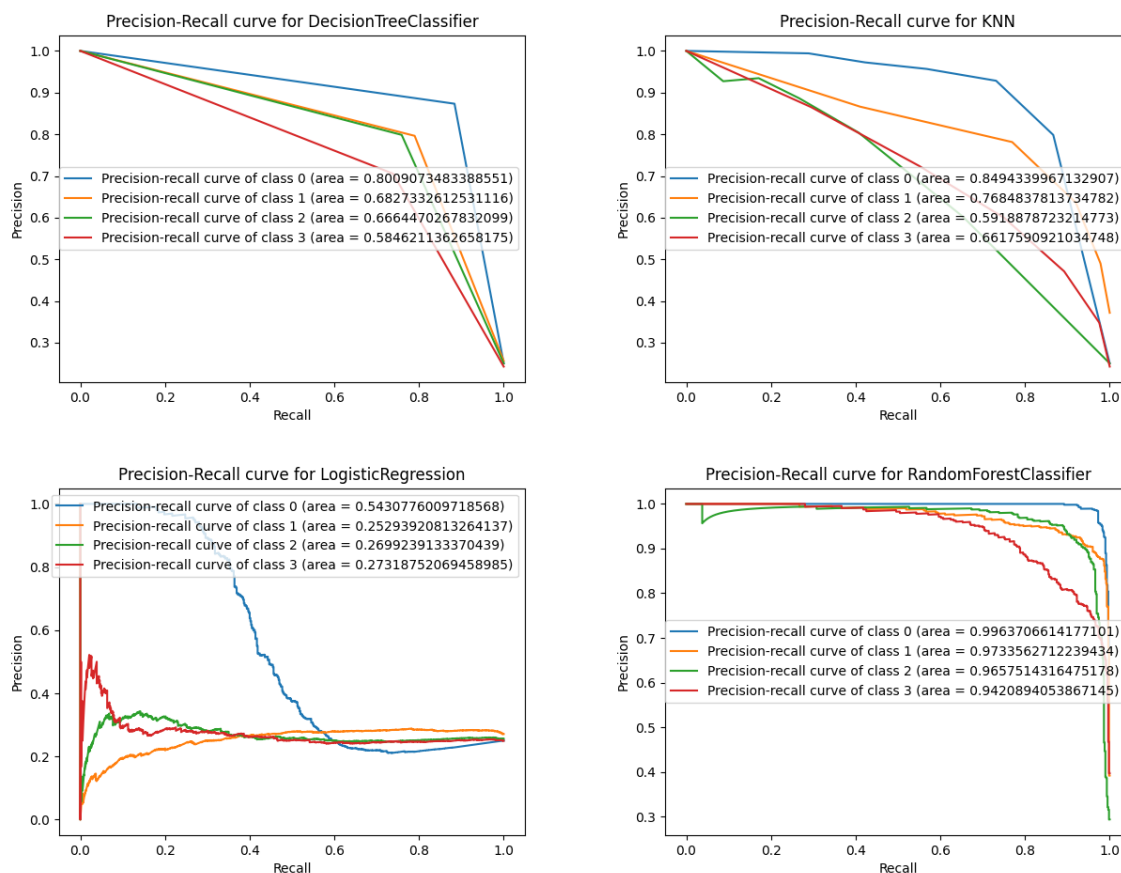
És important també trobar un balanç quan separarem la base de dades en conjunts de train i test, ja que si hi ha masses dades de train no tindrem suficients dades per poder comprovar que el model estigui funcionant correctament, i si tenim masses dades de test no tindrem suficients dades per entrenar el model i que per tant pugui fer bones prediccions. Nosaltres hem trobat que amb un 80% train i 20% test ens ha funcionat força bé.

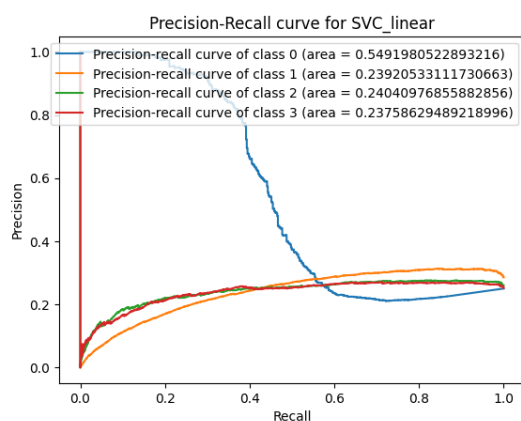
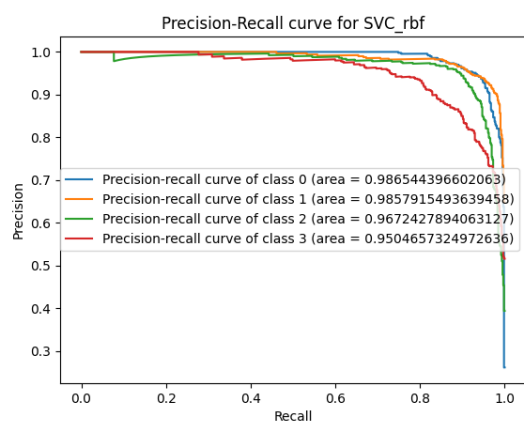
2.5 Metric Analysis

Per fer l'anàlisi mètric hem considerat les mètriques `accuracy_score`, `f1_score` i `average_precision_score`. Pel nostre problema les tres mètriques donen pràcticament el mateix resultat, ja que les nostres dades estan molt balancejades, per tant les tres mètriques són igual d'adients pel nostre dataset.

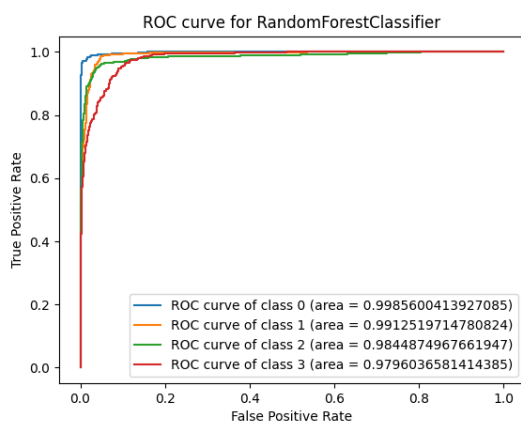
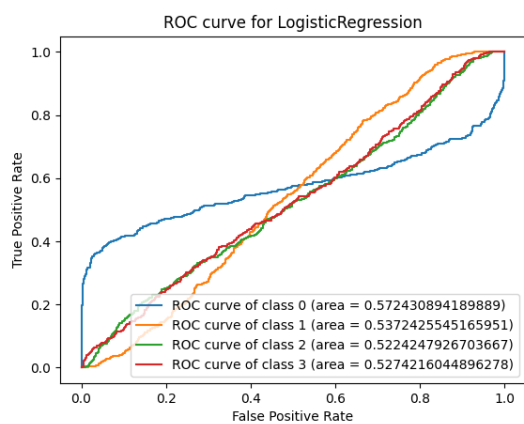
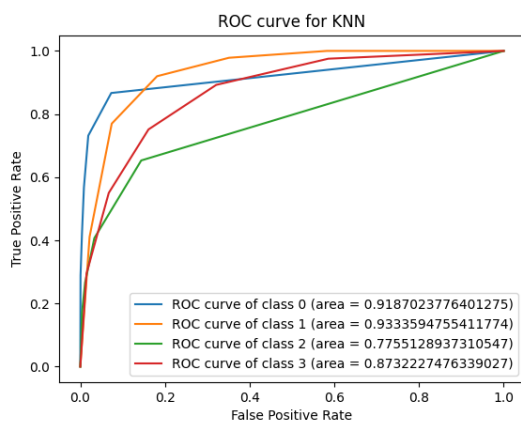
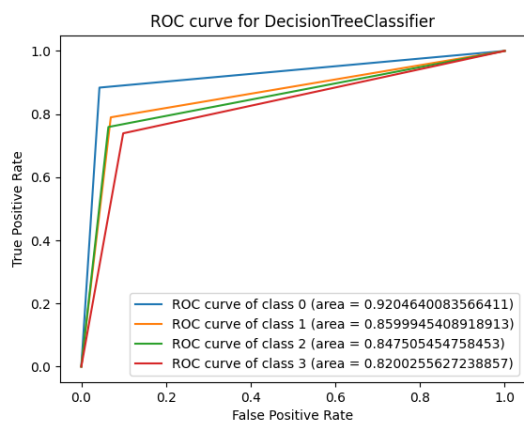
Farem servir la Precision Recall Curve i la ROC curve. Les dues ens poden ser d'utilitat, ja que el nostre dataset està balancejat. La PR Curve mostra la relació entre la precisió i el recall per tant volem que l'àrea sota la corba sigui el màxim possible, és a dir, el més proper a 1, i això és quan la corba passa per el punt (1, 1). En canvi, la ROC Curve mostren la comparació entre la ràtio de positius veritaders i la ràtio de positius falsos. També volem maximitzar l'àrea sota la corba, però en aquest cas l'òptim es a la posició (0, 1).

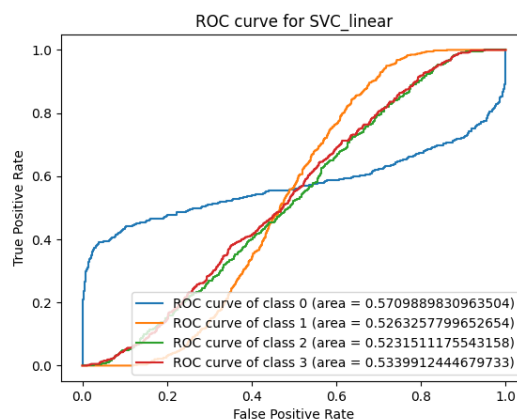
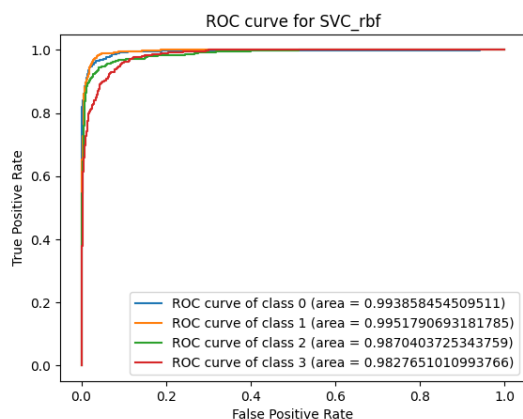
PR curves:





ROC curves:





Amb les corbes anteriors podem veure clarament el que comentàvem abans, els classificadors lineals tenen un rendiment molt baix, mentre que el SVC amb el kernel rbf i el Random Forest brinden molt bons resultats amb una àrea entre 0.95 i 1, depenent de la classe. El que resulta interessant destacar és que tots els models tenen més dificultats a classificar la classe 3 (gest Ok), que la resta de classes. Això és probable que sigui perquè els sensors no captin valors gaire específics a l'hora de fer el gest Ok, i per tant al classificador té més problemes a l'hora d'identificar-lo.

El `classification_report` mostra els scores de precisió, recall f1-score i el suport dels diferents mètodes que hem utilitzat. Totes els mètriques ens donen bons resultats amb SVC amb rbf kernel i Random Forest i no tan amb la resta de models, seguint la línia del que comentàvem fins ara. Els resultats numèrics es poden veure amb més detall a l'[Annex 1](#).

2.6 Hyperparameter Search

El que resultaria interessant per millorar el rendiment dels models és provar les diferents combinacions dels paràmetres d'entrada i veure quins funcionen millor. Per fer-ho hem trobat els mètodes de `GridSearchCV` i `RandomizedSearchCV` de `Sklearn`. El `GridSearchCV` rep un diccionari amb els diferents valors dels paràmetres que volem provar i el número de cross validations a fer. A partir d'això prova totes les combinacions d'aquests paràmetres i et diu quina combinació dona els millors resultats. El `RandomizedSearchCV` funciona de manera similar al `GridSearchCV` però aplicant l'atzar. Rep com a paràmetres la quantitat d'iteracions a fer i el número de cross validations. El cost és menor en el `RandomizedSearchCV`, però sacrificant la possibilitat de no trobar els valors òptims pel model, cosa que sí que assegura més el `GridSearchCV` a costa de ser més costos i per tant més lent.

Si disposem de recursos limitats, el `RandomizedSearchCV` obtindrà millor resultat final, ja que evita provar combinacions innecessàries, i per tant la complexitat computacional és menor. Però com que tenim temps hem decidit fer servir `GridSearchCV`.

Hem definit els següents paràmetres per cada un dels models per veure quins d'ells funcionen millor:

```
'LogisticRegression': {'penalty': ['l1', 'l2'], 'C': [0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000]},
'SVC rbf': {'C': [0.1, 1, 10, 100], 'gamma': [0.01, 0.1, 1, 10]},
'SVC linear': {'C': [0.1, 1, 10, 100], 'gamma': [0.01, 0.1, 1, 10]},
'KNN': {
    'n_neighbors' : [5,7,9,11,13,15],
    'weights' : ['uniform','distance'],
    'metric' : ['minkowski','euclidean','manhattan']
},
'RandomForestClassifier': {
```

```

    'n_estimators': [10, 50, 100, 200, 500],
    'max_features': ['auto', 'sqrt', 'log2'],
    'max_depth': [10, 50, 100, 200]
},
'Perceptron': {'penalty': ['l1', 'l2'], 'alpha': [0.0001, 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10]},
'DecisionTreeClassifier': {'max_depth': [2, 3, 5, 10, 20, 50]}

```

Els resultats han sigut els següents:

Regressio Logistica

```

Best params: {'C': 10, 'penalty': 'l2'}
Best score: 0.34

```

SVC rbf

```

Best params: {'C': 10, 'gamma': 0.1}
Best score: 0.91

```

KNN

```

Best params: {'metric': 'minkowski', 'n_neighbors': 9, 'weights': 'distance'}
Best score: 0.68

```

Random Forest

```

Best params: {'max_depth': 100, 'max_features': 'log2', 'n_estimators': 200}
Best score: 0.92

```

Perceptron

```

Best params: {'alpha': 0.01, 'penalty': 'l1'}
Best score: 0.31

```

Decision Tree

```

Best params: {'max_depth': 20}
Best score: 0.79

```

La majoria no han millorat gaire o s'han quedat igual, així que sembla que els paràmetres que teníem d'abans ja funcionaven bé.

3 Conclusions

Després d'analitzar els diferents models i fer diverses comprovacions hem vist que hi ha alguns models que funcionen molt bé i d'altres que no tant. Els que millor han funcionat són SVC rbf i Random Forest, tot i això el temps de convergència de SVC ha sigut bastant elevat, mentre que el del Random Forest no. Això ens inclinaria a fer servir el Random Forest de cara al futur, ja que obtenim pràcticament els mateixos resultats però amb molt menys temps. Pel que fa a la resta de classificadors han funcionat bastant malament, sobretot els classificadors lineals, principalment per la naturalesa de les dades del nostre dataset.

4 Annex

4.1 Resultats Classification Report

4.1.1 Logistic Regression

	precision	recall	f1-score	support
0	0.53	0.47	0.50	584
1	0.34	0.31	0.32	583
2	0.27	0.29	0.28	596
3	0.33	0.37	0.35	573
accuracy			0.36	2336
macro avg	0.37	0.36	0.36	2336
weighted avg	0.37	0.36	0.36	2336

4.1.2 SVC rbf kernel

	precision	recall	f1-score	support
0	0.95	0.91	0.93	588
1	0.88	0.98	0.93	594
2	0.94	0.84	0.89	608
3	0.84	0.86	0.85	546
accuracy			0.90	2336
macro avg	0.90	0.90	0.90	2336
weighted avg	0.90	0.90	0.90	2336

4.1.3 SVC linear kernel

	precision	recall	f1-score	support
0	0.87	0.25	0.39	597
1	0.33	0.48	0.39	597
2	0.28	0.26	0.27	583
3	0.30	0.40	0.34	559
accuracy			0.35	2336
macro avg	0.44	0.35	0.35	2336
weighted avg	0.45	0.35	0.35	2336

4.1.4 KNN

	precision	recall	f1-score	support
0	0.94	0.64	0.76	575
1	0.57	0.93	0.71	600
2	0.78	0.32	0.46	556
3	0.63	0.77	0.69	605
accuracy			0.67	2336
macro avg	0.73	0.67	0.65	2336

weighted avg	0.73	0.67	0.66	2336
--------------	------	------	------	------

4.1.5 RandomForestClassifier

	precision	recall	f1-score	support
0	0.91	0.97	0.94	579
1	0.95	0.89	0.92	602
2	0.90	0.95	0.92	601
3	0.88	0.84	0.86	554
accuracy			0.91	2336
macro avg	0.91	0.91	0.91	2336
weighted avg	0.91	0.91	0.91	2336

4.1.6 Perceptron

	precision	recall	f1-score	support
0	0.29	0.39	0.34	592
1	0.28	0.41	0.33	562
2	0.25	0.17	0.20	604
3	0.26	0.15	0.19	578
accuracy			0.28	2336
macro avg	0.27	0.28	0.27	2336
weighted avg	0.27	0.28	0.27	2336

4.1.7 DecisionTreeClassifier

	precision	recall	f1-score	support
0	0.88	0.85	0.87	591
1	0.74	0.81	0.78	553
2	0.77	0.75	0.76	580
3	0.71	0.70	0.70	612
accuracy			0.78	2336
macro avg	0.78	0.78	0.78	2336
weighted avg	0.78	0.78	0.78	2336

4.2 Cross-Validation

4.2.1 Logistic Regression

K-Fold

k = 2: 0.35	k = 3: 0.36	k = 4: 0.35
k = 5: 0.35	k = 6: 0.35	k = 7: 0.35
k = 8: 0.35	k = 9: 0.35	

4.2.2 SVC rbf kernel

K-Fold

k = 2: 0.80	k = 3: 0.84	k = 4: 0.84
k = 5: 0.85	k = 6: 0.86	k = 7: 0.85
k = 8: 0.86	k = 9: 0.86	

4.2.3 KNN

K-Fold

k = 2: 0.62	k = 3: 0.65	k = 4: 0.66
k = 5: 0.66	k = 6: 0.66	k = 7: 0.67
k = 8: 0.67	k = 9: 0.67	

4.2.4 RandomForestClassifier

K-Fold

k = 2: 0.84	k = 3: 0.90	k = 4: 0.89
k = 5: 0.90	k = 6: 0.90	k = 7: 0.90
k = 8: 0.90	k = 9: 0.90	

4.2.5 Perceptron

K-Fold

k = 2: 0.28	k = 3: 0.28	k = 4: 0.28
k = 5: 0.29	k = 6: 0.29	k = 7: 0.29
k = 8: 0.28	k = 9: 0.30	

4.2.6 DecisionTreeClassifier

K-Fold

k = 2: 0.72	k = 3: 0.75	k = 4: 0.75
k = 5: 0.76	k = 6: 0.77	k = 7: 0.77
k = 8: 0.77	k = 9: 0.77	