

Pràctica: reconeiximent de patrons d'activitat física mitjançant senyals inercials capturades amb un smartphone

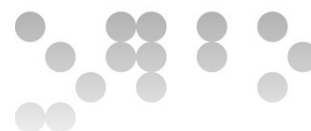
Presentació

L'objectiu principal d'aquesta pràctica és utilitzar tècniques de reconeiximent de patrons per identificar sis tipus d'activitat física (caminar, pujar escales, baixar escales, seure, aturar-se i estirar-se) a partir de senyals inercials obtingudes amb un dispositiu mòbil. En particular, treballarem amb un conjunt de característiques obtingudes a partir de senyals d'acceleració i orientació que ens proporcionen l'acceleròmetre triaxial i el giròscop que incorpora el dispositiu.

Competències

En aquest enunciat es treballaran en un determinat grau les competències generals de màster següents:

1. Capacitat per a projectar, calcular i dissenyar productes, processos i instal·lacions en tots els àmbits de l'enginyeria en informàtica
2. Capacitat per al modelat matemàtic, càlcul i simulació en centres tecnològics i d'enginyeria d'empresa, particularment en tasques de recerca, desenvolupament i innovació en tots els àmbits relacionats amb l'enginyeria en informàtica
3. Capacitat per a l'aplicació dels coneixements adquirits i per solucionar problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis i multidisciplinars, sent capaços d'integrar aquest coneixements
4. Posseir habilitats per a l'aprenentatge continuat, autodirigit i autònom
5. Capacitat per modelar, dissenyar, definir l'arquitectura, implementar, gestionar, operar, administrar i mantenir aplicacions, xarxes, sistemes, serveis i continguts informàtics
6. Capacitat per assegurar, gestionar, auditar i certificar la qualitat dels desenvolupaments, processos, sistemes, serveis, aplicacions i productes informàtics



Les competències específiques d'aquesta assignatura que es treballaran són:

1. Entendre que és l'aprenentatge automàtic en el context de la Intel·ligència Artificial
2. Distingir entre els diferents tipus i mètodes d'aprenentatge
3. Aplicar les tècniques estudiades a un cas concret

Objectius

L'objectiu d'aquesta prova d'avaluació és el disseny i la implementació en Python d'un sistema que analitzi i classifiqui automàticament les dades, permetent la identificació de diferents règims d'activitat física. Per la implementació dels diferents mètodes d'anàlisi es faran servir les eines d'aprenentatge automàtic incloses a les llibreries scikit-learn: <http://scikit-learn.org/stable/index.html>

Descripció de la pràctica a realitzar

Partirem d'un arxiu de dades obtingudes amb un estudi experimental amb un grup de 30 voluntaris als quals se'ls ha demanat que duguin a terme sis tipus diferents d'estats d'activitat física:

<http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Human+Activity+Recognition+Using+Smartphones>

L'arxiu de dades conté els següents fitxers:

- Fitxer *README.txt*

Descripció de les condicions experimentals de l'estudi i estructura general de l'arxiu de dades.

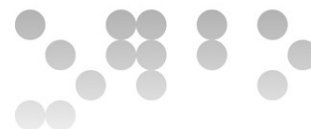
- Fitxer *activity_labels.txt*:

Etiquetes numèriques de cadascun dels 6 tipus d'activitat física considerats a l'estudi:

1-WALKING, 2-WALKING UPSTAIRS, 3-WALKING DOWNSTAIRS, 4-SITTING, 5-STANDING, 6-LAYING.

- Fitxer *features_info.txt*:

Descripció de les característiques que s'han extret de les senyals inercials de l'acceleròmetre i el giròscop triaxial del smartphone. En resum, els senyals inercials temporals de l'acceleròmetre



(tAcc-X,tAcc-Y,tAcc-Z) i del giròscop (tGyro-X, tGyro-Y, tGyro-Z) s'obtenen mitjançant un dispositiu Samsung Galaxy SII a una freqüència de mostreig de 50Hz. Després d'un filtratge inicial s'obté un conjunt de senyals temporals i espectrals (mitjançant transformada de Fourier) que separen la contribució deguda al moviment del cos (Body) i la deguda a l'efecte de la gravetat (Gravity).

Per exemple, el senyal temporal *tBodyAccMag* correspon al mòdul (*Mag*) de l'acceleració (*Acc*) deguda als moviments del cos del subjecte (*Body*). El **Jerk** es defineix com la derivada de l'acceleració respecte al temps i és una mesura de com d'abrupte és un moviment (de l'anglès *jerk*, tirón).

Finalment, s'obté un **conjunt de 561 característiques** finals que corresponen a diferents magnituds que apareixen descrites al fitxer *features_info.txt* i llistades al fitxer *features.txt*.

- Carpeta '*train*': conté les dades dels senyals inercials (directori 'Inertial Signals') i els fitxers de dades següents:

subject_train.txt: indicador de subjecte.

X_train.txt: un fitxer amb les 551 característiques i tantes observacions com s'hagin registrat.

Y_train.txt: etiqueta del tipus d'activitat física que fa el subjecte.

- Carpeta '*test*': conté les dades dels senyals inercials (directori 'Inertial Signals') i els fitxers de dades següents:

subject_train.txt: indicador de subjecte.

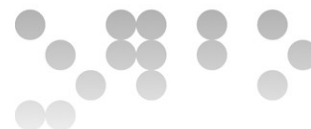
X_test.txt: un fitxer amb les 551 característiques i tantes observacions com s'hagin registrat.

y_test.txt: etiqueta del tipus d'activitat física que fa el subjecte.

Totes les operacions de selecció d'atributs i disseny del sistema de reconeixement de patrons seran realitzades fent servir les llibreries de Python scikit-learn: <http://scikit-learn.org/0.12/index.html>

Exercici 1

- Escriviu un breu resum de l'estructura de dades disponible, valorant de forma raonada quines variables i característiques



semblen més adients per discriminar els diferents tipus d'activitat física tractats en aquest estudi.

- Importeu les dades de training i test des dels fitxers X_train.txt, Y_train.txt, X_test.txt i Y_test.txt.
- A partir de les dades d'entrenament i prova, construïu els conjunts reduïts seleccionant 10 característiques d'entre les 561 que us semblin especialment rellevants. Justifiqueu raonadament la vostra elecció.

Exercici 2

Compareu gràficament la distribució de les classes a les dades d'entrenament en ser projectades als següents espais bidimensionals:

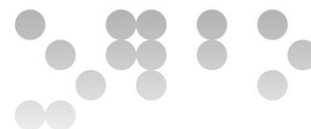
1. Descomposició PCA 2D de les 561 característiques incloses al conjunt d'entrenament. Representeu les dades a l'espai de dos components principals.
2. Descomposició PCA 2D de les dades d'entrenament reduïdes (10 característiques seleccionades). Representeu les dades a l'espai de dos components principals.
3. Projectió de les dades d'entrenament originals a un espai LDA 2D.

Valoreu raonadament els resultats obtinguts, indicant quina representació de les dades és més adient per discriminar entre patrons d'activitat. Feu servir marcadors amb colors diferents per representar cadascun dels tipus d'activitat física.

Exercici 3

Feu servir les següents eines de classificació disponibles a **scikit-learn** per dissenyar un sistema de classificació automàtica a partir de les dades de test:

- Naïve Bayes: funció GaussianNB del paquet sklearn.naive_bayes.
- Anàlisi de discriminants lineals: funció LDA del paquet sklearn lda.



En cada cas, determineu el percentatge d'encerts i errors a la classificació de les dades de test.

Feu servir el millor mètode dels dos (LDA o Naïve Bayes) amb els conjunts d'entrenament i test reduïts (10 característiques) i compareu els resultats obtinguts. Avalueu els resultats obtinguts.

Exercici 4

Valoreu críticament els aspectes que heu après a aquesta pràctica en relació a selecció de característiques i classificació automàtica de dades.

Comenteu raonadament l'utilitat de l'anàlisi de discriminants lineals (LDA) com a tècnica de projecció de dades i de classificació de dades.

Recursos

Aquesta pràctica requereix els recursos següents:

Bàsics: arxiu de dades

<http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Human+Activity+Recognition+Using+Smartphones>

Eines i documentació de la biblioteca scikit-learn:

<http://scikit-learn.org/stable/index.html>

Complementaris: manual de teoria de l'assignatura.

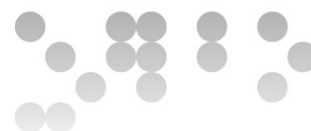
Criteris de valoració

Els exercicis tindran la següent valoració associada:

Exercici 1 (1.5 punts): 0.5 punts si totes les dades es llegeixen correctament, 0.5 punts per la construcció de les dades amb característiques reduïdes (entrenament i test), 0.5 punts pels comentaris de valoració crítica.

Exercici 2 (4 punts): 1 punt per cadascuna de les projeccions de dades (representació gràfica) i un punt pels comentaris sobre els resultats.

Exercici 3 (3.5 punts): 1 punt per cada tècnica de classificació correctament implementada (sobre dades entrenament i sobre reduïdes). 0.5 per l'anàlisi raonat dels resultats obtinguts.



Exercici 4 (1 punt): consideracions generals sobre allò après a la pràctica i sobre el funcionament de la tècnica d'anàlisi de discriminants lineals (LDA).

S'han de raonar les respostes de tots els exercicis. Les respostes sense justificació no rebran puntuació.

Format i data de lliurament

La pràctica s'ha de lliurar abans del **proper 2 de juny** (abans de les 24h).

La solució ha de consistir en un arxiu zip que contingui un informe en format pdf i els arxius en format python (*.py) que corresponguin a la solució adoptada.

Adjunteu l'arxiu a un missatge en el apartat de **Lliurament i Registre de AC (RAC)**. El nom de l'arxiu ha de ser CognomsNom_IAA_Pràctica amb extensió xip.

Per a dubtes i aclaracions sobre l'enunciat, dirigiu-vos al consultor responsable de l'aula.

Nota: Propietat intel·lectual

Sovint és inevitable, en produir una obra multimèdia, fer ús de recursos creats per terceres persones. És per tant comprensible fer-ho en el marc d'una pràctica dels estudis del Grau Multimèdia, sempre i això es documenti clarament i no suposi plagi en la pràctica.

Per tant, en presentar una pràctica que faci ús de recursos aliens, s'ha de presentar juntament amb ella un document en què es detallin tots ells, especificant el nom de cada recurs, el seu autor, el lloc on es va obtenir i el seu estatus legal: si l'obra està protegida pel copyright o s'acull a alguna altra llicència d'ús (Creative Commons, llicència GNU, GPL ...). L'estudiant haurà d'assegurar-se que la llicència que sigui no impedeix específicament seu ús en el marc de la pràctica. En cas de no trobar la informació corresponent haurà d'assumir que l'obra està protegida pel copyright.

Hauran, a més, adjuntar els fitxers originals quan les obres utilitzades siguin digitals, i el seu codi font si correspon.

Un altre punt a considerar és que qualsevol pràctica que faci ús de recursos protegits pel copyright no podrà en cap cas publicar-se en Mosaic, la revista del Graduat en Multimèdia a la UOC, a no ser que els propietaris dels drets intel·lectuals donin la seva autorització explícita.