



Pràctica: eigenfaces vs deepfaces

Presentació

Aquesta pràctica es dedica a la comparació de dues estratègies diferents per resoldre un problema de reconeixement automàtic de cares. A la pràctica treballarem amb una base de dades d'imatges de personatges famosos anomenada "Labeled faces in the wild" (LFW) que s'inclou per defecte en les llibreries sklearn:

http://scikit-learn.org/stable/datasets/labeled_faces.html

La base de dades LFW és especialment interessant per a provar diferents algorismes de reconeixement automàtic de cares basats en tècniques d'intel·ligència artificial. Es tracta d'una base de dades altament no balancejada que presenta una gran variabilitat en el nombre d'imatges disponibles per a cada personatge, de manera que en la pràctica ens centrarem en el reconeixement dels personatges amb major nombre de cares.

Treballarem amb algorismes de classificació automàtica en els que les dades són imatges de cares i les etiquetes de classe corresponen a la persona a reconèixer. En concret, compararem dues estratègies de reconeixement d'imatges que utilitzen tècniques diferents en la fase d'extracció d'atributs: En primer lloc aplicarem una tècnica d'extracció d'atributs basada en una reducció de dimensionalitat de les imatges mitjançant una anàlisi de components principals (PCA) , a la qual anomenarem 'eigenfaces'. A la segona tècnica, entrenarem una xarxa neuronal convolucional (CNN) per extreure característiques de les imatges utilitzant estratègia d'aprenentatge profund. A aquest segon enfocament li direm 'deepfaces'.

Un cop obtinguts el conjunt d'atributs que caracteritzen cada imatge es procedeix a classificar les dades mitjançant l'aplicació d'un algorisme de classificació amb una màquina de suport vectorial (SVM).

Partirem d'un exemple en el qual està implementat el primer mètode 'eigenfaces' i que pot obtenir-se de la documentació de les llibreries sklearn:

http://scikit-learn.org/0.15/auto_examples/applications/face_recognition.html



Aquest exemple utilitza la funció `sklearn.datasets.fetch_lfw_people` que llegeix les dades des de la web i realitza una còpia local en el directori `~/scikit_learn_data/lfw_home` a la qual poder accedir de forma ràpida mitjançant accés a memòria cau (la primera execució triga una mica però les següents l'accés a les imatges és molt ràpid). Més informació sobre aquesta funció a http://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.datasets.fetch_lfw_people.html

NOTA IMPORTANT: Durant el desenvolupament d'aquesta activitat serà necessari disposar de la versió més recent de les llibreries `sklearn` (0.19), de manera que és important que abans de començar a treballar s'actualitzi la versió de les llibreries seguint les instruccions a <http://scikit-learn.org/stable/install.html>

Les llibreries necessàries estan incloses en les distribucions de Python tant per MacOSX (Anaconda, <https://docs.continuum.io/anaconda/pkg-docs>) com per a Windows (WinPython, https://sourceforge.net/p/winpython/wiki/PackageIndex_27/). En cas que utilitzar de versions que no les incloguin, segueixin les instruccions del manual d'usuari o instal·leu-utilitzant la següent instrucció de línia d'ordres:

```
pip install -U scikit-learn
```

Competències

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

- Capacitat per a projectar, calcular i dissenyar productes, processos i instal·lacions en tots els àmbits de l'enginyeria en informàtica.
- Capacitat per al modelatge matemàtic, càlcul i simulació en centres tecnològics i d'enginyeria d'empresa, particularment en tasques d'investigació, desenvolupament i innovació en tots els àmbits relacionats amb l'enginyeria en informàtica.
- Capacitat per a l'aplicació dels coneixements adquirits i per solucionar problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis i multidisciplinaris, sent capaços d'integrar aquests coneixements.
- Posseir habilitats per a l'aprenentatge continuat, autodirigit i autònom.



- Capacitat per a modelar, dissenyar, definir l'arquitectura, implantar, gestionar, operar, administrar i mantenir aplicacions, xarxes, sistemes, serveis i continguts informàtics.
- 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 és treballen són:

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

Objetius

L'objectiu de la pràctica és implementar, validar i comparar dos sistemes de classificació automàtica d'imatges de cares utilitzant la base de dades LFW. Una part de la pràctica es dedicarà a l'extracció de característiques rellevants de les imatges mitjançant estratègies diferents i una altra a validar diferents algorismes de classificació supervisada per classificar les dades. L'avaluació de la pràctica no només valorarà la implementació realitzada sinó els comentaris sobre el funcionament de cada sistema i els motius que expliquen les discrepàncies en el comportament de cada estratègia.

Descripció de la pràctica

En primer lloc cal familiaritzar-se amb l'exemple d'aplicació de sistema de reconeixement de cares 'eigenfaces' descrit a

http://scikit-learn.org/0.15/auto_examples/applications/face_recognition.html

S'hauran de tenir en compte les següents consideracions generals en tots els exercicis plantejats en la pràctica:

- Només es consideraran aquells personatges dels que hi hagi un nombre d'observacions (cares) superior a 200 imatges (paràmetre 'min_faces_per_person' de la funció 'fetch_lfw_people').



- Les imatges s'utilitzen sense cap factor de redimensionat (paràmetre `resize = 1` en de la funció `'fetch_lfw_people'`). Si no s'indica el contrari, les imatges es carregaran en escala de grisos (`color = False`, per defecte) i en la seva versió funneled (`funneled = True`, correcció i alineació prèvia de les imatges).

Una vegada que hagueu pogut executar i interpretar correctament els resultats de l'exemple passarem a realitzar els següents exercicis:

Exercici 1: eigenfaces + SVM

- a) Executeu el codi de l'exemple eigenfaces + SVM retenint 10, 100 i 400 components principals en la descomposició PCA. En cada cas, utilitzeu la funció `'cross_val_score'` per fer una validació creuada amb amb `K = 10` iteracions. Compareu el valor mitjà de l'exactitud (`accuracy`) i comenteu raonadament els resultats obtinguts

http://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.model_selection.cross_val_score.html

- b) Representeu gràficament la variància acumulada explicada per cada un dels components principals utilitzant l'indicador `'explained_variance_ratio_'`. Indiqueu de forma aproximada quants components PCA cal retenir per a explicar un 95% de la variabilitat de les dades.
- c) Obtingui una matriu de confusió en el cas d'utilitzar 400 components PCA i descriu de forma raonada els encerts i errors del procediment de reconeixement de cares.

Exercici 2: classificació amb CNN

En aquest exercici partim de l'exemple de classificació de l'apartat 6.4 dels materials de l'assignatura 'Classificació d'imatges amb xarxes neuronals convolucionales (CNN)'. Com sabeu, aquest exemple utilitza la xarxa neuronal convolucional senzilla tant per extreure característiques de les imatges (primeres 4 capes) com per implementar una xarxa neuronal que classifiqui les cares (últimes dues capes). En aquest exemple la tècnica s'aplicava a la base de dades MNIST (Codi `mnistcnn.py`, adjunt). Ara es demana el següent:



a) Adapteu el codi de l'exemple per a aplicar-lo a la base de dades LFW amb aquells personatges amb més de 200 cares. Comenteu els canvis necessaris tant el pre-processament de dades com en la definició de la xarxa neuronal convolucional.

b) Comenteu els resultats obtinguts analitzant en detall si el classificador millora en cada iteració (epoch) de la fase d'entrenament. Consulteu també la predicció que realitza el model de les dades de test per valorar de forma crítica els resultats que proporciona aquest sistema de reconeixement de cares. Compari els resultats amb els obtinguts en l'exercici 1. Quins aspectes del problema permeten explicar els resultats?. Quines accions serien necessàries per millorar-los ?.

Exercici 3: deepfaces + SVM

En aquest exercici es planteja el disseny un sistema de reconeixement de cares en el qual la xarxa neuronal convolucional s'utilitzi com extractor de característiques i tot seguit s'apliqui un classificador SVM com en el primer exercici. Això ens permetrà realitzar una comparació quantitativa entre les característiques basades en PCA o basades en CNN per aquest problema en particular.

- a) A partir del model CNN entrenat en l'exercici anterior, defineixi un nou model utilitzant la funció 'Model' de les llibreries Keras per construir una xarxa neuronal convolucional d'extracció d'atributs en què la sortida de la mateixa sigui la sortida de la capa completament connectada

<https://keras.io/models/model/#model-class-api>

Per a això haurà de nomenar la capa en qüestió

```
model.add(Dense(128, activation='relu',name='f'))
```

i tot seguit especificar que la sortida de la nova xarxa sigui aquesta capa

```
model1 = Model(inputs=model.input,outputs=model.get_layer('f').output)
```

- b) Utilitzeu els atributs extrets per la xarxa convolucional per entrenar una SMV equivalent a la que es va utilitzar en l'apartat a) del primer exercici.



- c) Feu servir la mateixa mesura de validació que en l'exercici 1 per a comparar els resultats obtinguts amb aquest enfocament 'deepfaces + SVM' amb els de l'exercici 1 'eigenfaces + SVM'. Raoneu la resposta tenint en compte les dades disponibles tant d'entrenament com de validació per a cada personatge a reconèixer.
- d) Comenteu raonadament els motius pels quals creu que s'expliquen les discrepàncies en reconeixement de cares entre les tres tècniques plantejades en la pràctica (exercicis 1, 2 i 3). Proposeu estratègies que permetin millorar el rendiment de cada sistema.

Recursos

Aquesta pràctica requereix des recursos següents:

- Materials y codis de l'assignatura.
- Versió 0.19 de les llibreríes scikit-learn:

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

- Accés a la base de dades d'imatges "*Labeled faces in the wild*":

http://scikit-learn.org/stable/datasets/labeled_faces.html

- Exemple de classificació d'imatges amb xarxes neuronals convolucionals amb la base de dades MNIST (apartat 6.4 materials assignatura i codi adjunt).

Criteris de valoració

Els exercicis tindran la valoració següent:

- Exercici 1 (3 punts)
- Exercici 2 (3 punts)
- Exercici 3 (4 punts)

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 28 de maig** (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 aclariments 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.