

# DESENVOLUPAMENT D'UNA APLICACIÓ ANDROID:



Treball Final de Màster, Memòria Final

Alumna  
Maricel Bros Maimó

Màster Universitari en Enginyeria Informàtica  
TFM – Àrea de Desenvolupament d'Aplicacions sobre Dispositius Mòbils

Professor  
Robert Clarisó Viladrosa

Professors Col·laboradors  
Jordi Ceballos Villach  
Jordi Almirall López

Curs  
2018-19/1



## Reconeixement-NoComercial CC BY-NC

Aquesta llicència permet a qualsevol persona mesclar, adaptar i crear a partir de la vostra obra sense finalitat comercial. I les seves noves obres derivades, tot i que han de reconèixer-vos i no poden ser utilitzades comercialment, no han d'estar subjectes a una llicència amb els mateixos termes que l'obra original.

[Vegeu el resum de la llicència](#) | [Vegeu el codi legal](#)

FITXA DEL TREBALL FINALITZAT

Títol del treball:	Desenvolupament d'una aplicació Android: cRoin – Coin Recognition
Nom de l'autor/a:	Maricel Bros Maimó
Nom del consultor/a:	Jordi Ceballos Villach Jordi Almirall López
Nom del PRA:	Robert Clarisó Viladrosa
Data de lliurament (mm/aaaa):	01/2019
Titulació o programa:	Màster Universitari en Enginyeria Informàtica
Àrea del Treball Final:	Desenvolupament d'aplicacions sobre dispositius mòbils
Idiomes del treball:	Català
Paraules clau:	<i>Reconeixement monedes, deep learning, Android, TensorFlow</i>

Resum del treball (màxim 250 paraules):

Estem visquent en una època on la tecnologia avança molt ràpidament i està totalment integrada al nostre dia a dia. El motiu d'aquest treball és fusionar les prestacions i l'abast que ofereixen els dispositius mòbils amb el món de la intel·ligència artificial, en concret l'aprenentatge profund, per a posar-ho a disposició dels usuaris.

D'aquí neix *cRoin*, una aplicació de detecció de monedes desenvolupada per a *Android* on tota la part *deep learning* s'ha realitzat amb *TensorFlow*. *cRoin* és una aplicació que identifica monedes d'euro, guardar-ne el reconeixement realitzat (amb la localització, data, captura de la identificació, ..) com també saber-ne el valor en altres divises o bé realitzar-ne càlculs.

La metodologia per a desenvolupar aquest projecte ha estat desenvolupament en cascada. On s'ha passat per diverses fases: planificació, viabilitat, anàlisi inicial, disseny centrat en l'usuari, anàlisi del sistema, anàlisi tècnic, disseny de l'arquitectura, implementació i testeig. En el disseny centrat en l'usuari s'ha definit a quin tipus d'usuari va dirigida ja que part del repte era situar *cRoin* en el mercat, i d'aquesta manera s'ha generat el disseny com també les funcionalitats finals.

El software desenvolupat és una aplicació mòbil *Android Studio* amb el *SDK Android* i *NDK Android* per a incorporar-hi el model creat per a la part d'identificació. S'ha fet ús d'*APIs* externes (*currency converter*, *Google Maps*, *Firebase*) o llibreries (*Espresso*, *TensorBoard*).

Juntament amb els coneixements adquirits durant el màster i la realització d'aquest treball s'ha obtingut una aplicació funcional que compleix la majoria dels objectius del projecte.

*Abstract (in English, 250 words or less):*

We live in a time where technology has been moving very rapidly and has been fully integrated into our daily lives. The reason to do this work is to merge the benefits and scope that mobile devices offer with the world of artificial intelligence, in particular deep learning, as well as to make it available to users.

Hence, *cRoin*, is an application of currency detection developed for *Android* in which the whole part of deep learning has been done with *TensorFlow*. *cRoin* identifies euro coins, save the completed recognition (with the location, date, capture of the identification, ...) as well as knows the value in other currencies or perform calculations.

The methology to develop this project has been cascading development. It has been through several phases: planning, viability, initial analysis, user-centered design, system analysis, technical analysis, architecture design, implementation and testing.

In the user-centered design, it has been defined which type of user is targeted as part of the challenge to position the market. The final features have been generated according to these requirements.

The developed software is an *Android Studio* mobile application with *Android SDK* and *Android NDK* to incorporate the created model for the identification part. External *APIs* (*currency converter*, *Google Maps*, *Firebase*) or libraries (*Espresso*, *TensorBoard*) have been used.

Along with the knowledge acquired during the master's degree and the realization of this work, a functional application that has been achieved. Most of the objectives of the project has been obtained.

## Índex de continguts

<b>1. Introducció.....</b>	<b>8</b>
1.1 Context i justificació del treball.....	8
1.2 Objectius del Treball.....	11
1.3 Enfocament i mètode seguit.....	13
1.4 Planificació.....	14
1.4.1 Definició de tasques.....	14
1.4.2 Planificació temporal.....	15
1.5 Viabilitat.....	17
1.5.1 Participants del projecte.....	17
1.5.2 Estimacions inicials.....	17
1.5.3 Incidències i riscos.....	18
1.6 Breu sumari de productes obtinguts.....	19
1.7 Breu descripció dels altres capítols de la memòria.....	19
<b>2. Disseny centrat en l'usuari (DCU).....</b>	<b>20</b>
2.1 Context d'ús.....	21
2.1.1 On?.....	21
2.1.2 Quan?.....	22
2.1.3 En quin entorn?.....	22
2.1.4 Conclusions.....	23
2.2 Usuaris.....	24
2.2.1 Anàlisi i competència.....	24
2.2.1.1 Anàlisi.....	24
2.2.1.2 Quadre comparatiu.....	30
2.2.1.3 Posicionament en el mercat.....	31
2.2.1.4 Conclusions.....	31
2.2.2 Enquestes.....	33
2.2.2.1 Enquesta tipus.....	33
2.2.2.2 Resultats.....	35
2.2.2.3 Conclusions.....	48
2.2.3 Necessitats i objectius.....	49
2.2.4 Definició de perfils.....	49
2.2.5 Anàlisi de tasques.....	50
2.2.6 Conclusions.....	50
2.3 Disseny conceptual.....	51
2.3.1 Tècnica de personatges.....	51
2.3.2 Escenaris d'ús.....	54
2.3.3 Flux d'interacció.....	57
2.3.4 Conclusions.....	57
2.4 Prototipatge.....	58
2.4.1 Sketches.....	59
2.4.2 Prototipus horitzontals.....	61

2.4.3 Conclusions.....	63
2.5 Avaluació.....	64
2.5.1 Tècnica de test amb usuaris.....	64
2.5.2 Conclusions.....	67
<b>3. Anàlisi tècnic.....</b>	<b>68</b>
3.1 Xarxes Neuronals.....	68
3.1.1 Definició.....	68
3.1.2 Funcionament.....	69
3.1.2.1 Aprenentatge.....	70
3.1.2.2 Classificació.....	70
3.1.3 Llibreries.....	71
3.2 Casos d'ús.....	78
3.2.1 Diagrama de casos d'ús.....	78
3.2.2 Llistat de casos d'ús.....	79
3.3 Disseny de dades ( entitats i classes).....	84
<b>4. Disseny de l'arquitectura.....</b>	<b>85</b>
4.1 Aplicació mòbil.....	86
4.2 Aprenentatge automàtic.....	87
4.2.1 Monedes.....	88
4.2.2 Augment de dades.....	88
4.2.3 Etiquetar.....	89
4.2.4 Entrenar.....	89
4.2.5 Obtenció model entrenat.....	90
4.3 Emmagatzematge.....	91
4.4 APIs externes i <i>Analytics</i> .....	91
<b>5. Implementació.....</b>	<b>92</b>
5.1 Eines, llibreries i <i>APIs</i> utilitzades.....	92
5.2 Testeig.....	93
5.2.1 Model entrenat.....	94
5.2.2 Aplicació mòbil.....	95
<b>6. Conclusions.....</b>	<b>97</b>
6.1 Línies de futur.....	98
<b>7. Glossari.....</b>	<b>99</b>
<b>8. Bibliografia.....</b>	<b>100</b>
8.1 Recursos de text.....	100
8.2 Recursos web.....	100
<b>9. Annexes.....</b>	<b>101</b>

## Índex d'il·lustracions

Il·lustració 1. Increment del nombre de subscriptors de línies de mòbil des de l'any 2000 al 2017.....	10
Il·lustració 2. Distribució per zones de l'ús de línies de mòbil a mitjans del 2017.....	10
Il·lustració 3. Llibreries Deep Learning mes utilitzades durant l'any 2017.....	11
Il·lustració 5. Diagrama de Gantt.....	18
Il·lustració 6. Diagrama de les diverses fases del disseny centrat en l'usuari.....	22
Il·lustració 19. Posicionament qualitat / preu.....	33
Il·lustració 60. Diagrama de flux d'interacció.....	59
Il·lustració 61. Primeres idees.....	60
Il·lustració 62. Sketches de les pantalles de càrrega, inici i menú lateral.....	61
Il·lustració 63. Sketches de la pantalla de reconeixement de monedes, realitzar càlculs o guardar.....	61
Il·lustració 64. Sketches de la pantalla de càlculs, mostrar registre de l'històric i editar-lo.....	62
Il·lustració 65. Sketches de les pantalles de configuració de l'idioma i la divisa.....	62
Il·lustració 66. Pantalla de càrrega.....	63
Il·lustració 67. Menú.....	63
Il·lustració 68. Pantalla inicial.....	63
Il·lustració 69. Pantalla de detecció.....	63
Il·lustració 70. Pantalla captura.....	63
Il·lustració 71. Pantalla de crear registre.....	63
Il·lustració 72. Pantalla de realitzar càlculs.....	64
Il·lustració 73. Pantalla mostrar detalls registre.....	64
Il·lustració 74. Pantalla edició registre.....	64
Il·lustració 75. Pantalla de configuració de divises.....	64
Il·lustració 76. Pantalla de configuració d'idioma.....	64
Il·lustració 77. Representació Deep Learning.....	70
Il·lustració 78. Posició de l'aprenentatge profund dins la intel·ligència artificial.....	71
Il·lustració 79. Arquitectura d'una xarxa neuronal convolucional.....	73
Il·lustració 86. Casos d'ús.....	80
Il·lustració 87. Diagrama UML disseny de classes.....	86
Il·lustració 88. Arquitectura del sistema entorn a l'aplicació mòbil cRoin.....	87
Il·lustració 89. Arquitectura MVP.....	88
Il·lustració 90. Interacció amb la base de dades.....	89
Il·lustració 91. Arquitectura del model entrenat TensorFlow.....	89
Il·lustració 92. Diagrama base de dades.....	93
Il·lustració 99. Gràfic proporcionat per TensorBoard de les pèrdues sobre el model entrenat de cRoin.....	96
Il·lustració 100. Resultats obtinguts de la creació del model.....	96
Il·lustració 101: Pantalla Home.....	98
Il·lustració 102: Pantalla Divises.....	98
Il·lustració 103: Pantalla de detecció.....	98
Il·lustració 104: Pantalla de guardar detecció.....	98
Il·lustració 105: Pantalla Històric.....	98

## Índex de taules

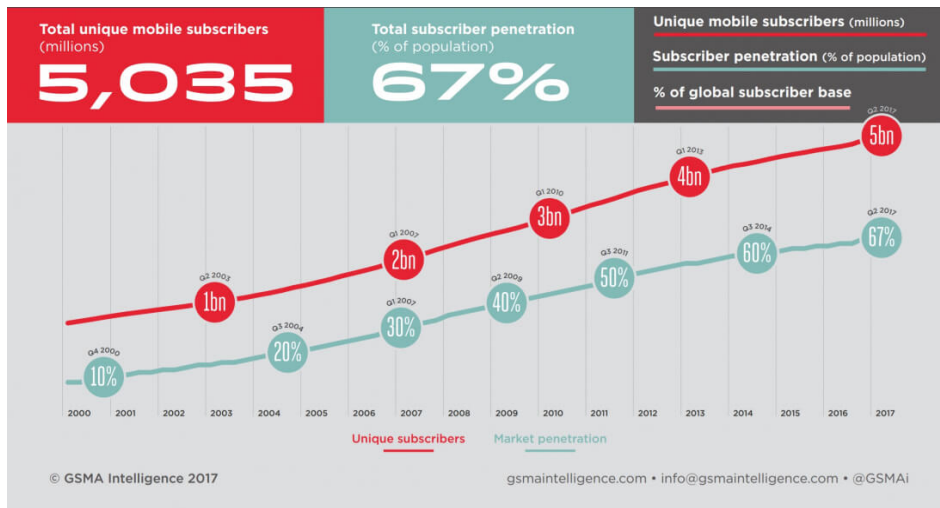
Taula 1: Llistat de tasques desglossades amb les dates planificades i d'entrega.....	15
Taula 2: Participants i rols del TFM.....	17
Taula 3: Cost de realitzar l'aplicació.....	18
Taula 4: Quadre comparatiu de l'anàlisi realitzat en l'apartat anterior.....	30
Taula 5: Anàlisi DAFO de cRoin envers la competència.....	32
Taula 6: Preguntes de l'enquesta amb les seves possibles respostes.....	34
Taula 7: Característiques ordenades per preferència.....	47
Taula 8: Personatge 1: Estudiant d'Erasmus.....	52
Taula 9: Personatge 2. Motxiller empedreït.....	53
Taula 10: Personatge 3: Jubilat.....	54
Taula 11: Personatge 4: Immigrant.....	54
Taula 12: Identificació i conversió de divises in situ.....	55
Taula 13: Consulta de l'històric de reconeixements.....	55
Taula 14: Identificar monedes in situ.....	56
Taula 15: Realitzar càlculs.....	56
Taula 16: Qüestionari pre-test.....	66
Taula 17: Qüestionari post-test.....	67
Taula 18: Quadre comparatiu de les llibreries mes representatives en deep learning.....	77
Taula 19: CU-001: Configurar idioma.....	79
Taula 20: CU-002: Configurar divisa.....	79
Taula 21: CU-003: Afegir divisa.....	80
Taula 22: CU-004: Eliminar divisa.....	80
Taula 23: CU-005: Marcar divisa com a preferida.....	81
Taula 24: CU-006: Reconeixement.....	81
Taula 25: CU-007: Crear registre.....	81
Taula 26: Llistat de reconeixements (Històric).....	82
Taula 27: CU-009: Mostrar registre.....	82
Taula 28: CU-010 Editar registre.....	83
Taula 29: CU-011: Realitzar càlculs.....	83
Taula 30: Checklist proves.....	95

## 1. Introducció

El següent Treball Fi de Màster (TFM), està emmarcat dins l'àrea de desenvolupament d'aplicacions sobre dispositius mòbils, en el qual s'aplicaran els coneixements adquirits durant els estudis del Màster Universitari en Enginyeria Informàtica.

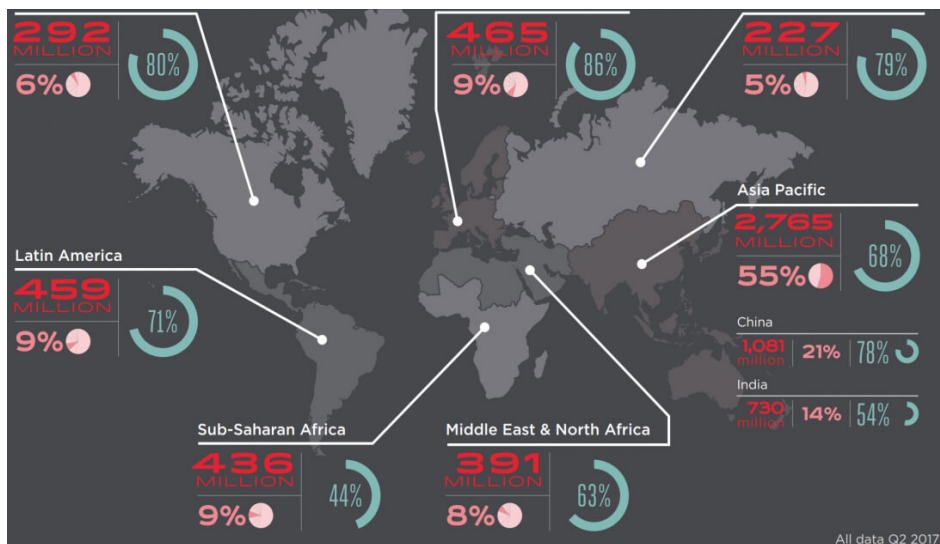
### 1.1 Context i justificació del treball

Estem visquen en un món on els canvis són cada vegada més ràpids, i la tecnologia n'és un bon exemple. Les estadístiques indiquen que cada dia hi ha mes usuaris amb dispositius mòbils intel·ligents, i en conseqüència, l'ús d'aquests s'ha integrat completament a la seva vida diària.



Il·lustració 1. Increment del nombre de subscriptors de línies de mòbil des de l'any 2000 al 2017. (Font: GSMA Intelligence)

Segons GSMA Intelligence, el nombre d'usuaris de dispositius mòbils al món, a mitjans de l'any 2017, ascendia a 5 mil milions, és a dir, un 67% de la població mundial.



Il·lustració 2. Distribució per zones de l'ús de línies de mòbil a mitjans del 2017. (Font: GSMA Intelligence)



Aquesta evolució ens porta a la conclusió que els *smartphones* són utilitzats diàriament per a facilitar la vida dels seus usuaris oferint una gran varietat d'aplicacions ja sigui per a consultar l'estat de les comptes bancàries, fer ús de les xarxes socials, consultar el correu electrònic, l'ús de missatgeria instantània, jugar, ...

Per una altra banda l'evolució de la xarxa neuronal convolucional ( *CNN* o *ConNet* ) ha estat força important aquests últims anys, el 2011 es va implementar en una *GPU* (*Graphics processing unit*) i el 2012 *Ciresan et al.* va millorar-ne significativament rendiment en la literatura per a diverses bases de dades d'imatges. A continuació s'explica més detingudament les xarxes neuronals convolucionals.

### Xarxa neuronal convolucional

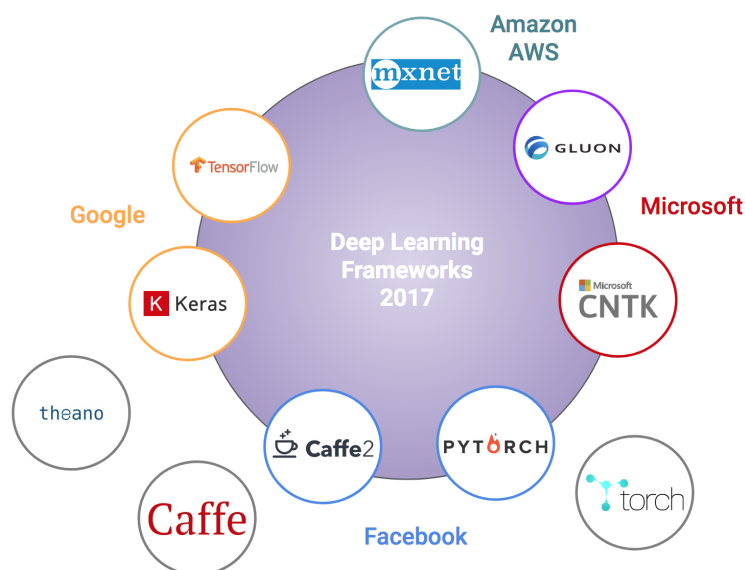
A grans trets *CNN*, en l'aprenentatge automàtic, és una classe de xarxes neurals artificials profundes i avançades que s'han aplicat en èxit per a analitzar imatges visuals. Utilitzen una variació de precepte multicapa dissenyada per a exigir un processament mínim.

Aquestes estan inspirades en processos biològics, ja que el patró de connectivitat entre neurones s'assembla a l'organització de l'escorça visual animal. Les neurones corticals individuals només responen a estímuls en una regió restringida del camp visual conegut com a camp receptiu. Els camps receptius de diferents neurones se solapen parcialment de manera que cobreixen tot el camp visual.

Les principals llibreries utilitzades d'aquest tipus de xarxes neuronals, al llarg del 2017 són segons companyia que els hi dona suport i desenvolupa:

- Amazon AWS: *mxnet*, *GLUON*.
- Microsoft: *CNTK*, *GLUON*.
- Facebook: *Caffe2*, *PYTORCH*.
- Google: *Tensorflow*, *Keras*.

Com a llibreries obsoletes tenim: *Torch*, *Caffe*, *theano*.



II·lustració 3. Llibreries Deep Learning mes utilitzades durant l'any 2017.  
(Font: Towards Data Science)

El motiu d'aquest treball és fusionar les prestacions i l'abast que ofereixen els dispositius mòbils amb l'aprenentatge automàtic i posar-ho a disposició dels usuaris en el seu dia a dia mitjançant una aplicació.

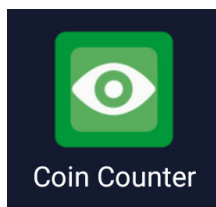
L'aplicació té com a objectiu la identificació de monedes, mitjançant la càmera del dispositiu o bé donada una imatge, detectant-ne tant la quantitat com el seu valor.

Aquesta aplicació engloba un rang força elevat d'usuaris i d'edats ja que cobreix les següents necessitats:

- Usuaris estrangers que no es coneixen la divisa del país que visiten.
- Aprenentatge a infants del valor de cada moneda.
- Facilitar les compres en usuaris amb visió limitada que no els permet identificar correctament els objectes semblants, com en aquest cas monedes. Aquests usuaris poden ser des de gent gran a usuaris amb visió reduïda.

La part més rellevant d'aquesta aplicació és la integració de les xarxes neuronals en l'ús d'aplicacions quotidianes i el gran potencial que ofereixen.

En la *Play Store*, botiga d'aplicacions d'*Android*, tan sols s'ha trobat una aplicació relacionada amb el que es demana, aquesta s'anomena [Coin Counter](#).



Il·lustració 4. Aplicació Coin Counter.

**Coin Counter** és una aplicació que detecta monedes i bitllets identificant-los i donant-ne la quantitat i el seu valor. També fa càlculs manuals de monedes i bitllets i finalment també en guarda l'última entrada quan és surt si l'usuari vol (per defecte aquesta opció està activada).

Els seus punts forts són:

- Disposa de detecció de gran quantitat de divises diferents.
- Utilitza detecció per visió artificial (*OpenCV*).
- Disposa d'un tutorial.

Però per contra, disposa de punts febles que cal tenir en compte:

- Per a poder utilitzar-la s'ha de baixar una llibreria externa (*OpenCV Manager*) i instal·lar-la al dispositiu.
- No és intuïtiva i per tant poc pràctica per a l'usuari, per exemple costa de trobar el canvi de divisa on a més a més s'han de fer tres passos per a canviar-la anant a '*Settings*' → '*General settings*' → '*Select Currency*'.
- La publicitat està situada just sota el total i al voler esborrar-ne el resultat es pot seleccionar sense voler.
- Només disposa d'un idioma.

Aquesta és la única aplicació que s'ha trobat i el problema més rellevant que hi ha és que s'hagi d'instal·lar una llibreria externa, on no tots els usuaris sabran instal·lar-la, a part de què no és ni intuïtiva ni senzilla tot i tenir poques funcionalitats. D'altra banda la seva funcionalitat principal identifica correctament les divises.

El resultat de l'aplicació, a grans trets, que es vol obtenir, és:

- Identificar monedes de la divisa d'euro mitjançant l'ús de les xarxes neuronals convolucionals.
- Identificació mitjançant la càmera del dispositiu mòbil o bé donada una imatge.
- Calcular-ne la quantitat i el seu valor de cadascuna de les monedes identificades.

## 1.2 Objectius del Treball

L'objectiu general del projecte és posar en pràctica tots els coneixements adquirits a llarg dels estudis. Essent capaç de planificar, dissenyar, implementar, documentar i defensar un projecte complet.

Com a objectius tècnics que es presenten aconseguir mitjançant la realització d'aquest TFM són:

- Profunditzar amb els coneixements en desenvolupament d'aplicacions mòbils, en aquest cas *Android*.
- Aprendre a utilitzar, entrenar i integrar una xarxa neuronal artificial, com també integrar-la a l'aplicació.
- Capacitat d'implementar i desenvolupar un projecte d'aquestes dimensions.
- Utilitzar les eines adequades per aconseguir una solució correcta a les necessitats de les diverses fases del projecte.

Els requisits funcionals de l'aplicació són:

- Reconeixement simultani de monedes, tant tipus i valor, amb bona precisió:
  - Mitjançant la càmera.
  - Mitjançant una imatge.
- Seleccionar tipus de càlcul que es vol obtenir:
  - Desglòs de monedes per tipus amb el seu valor total.
  - Donat un import previ, calcular-ne l'import mínim superior total i quines monedes s'han d'utilitzar.
  - Donat X persones i X monedes, el sistema ha de saber com repartir-les equitativament dins les possibilitats que ofereixen aquestes.
- Històric:
  - Guardar la imatge i el que s'ha demanat a calcular amb data i hora.
- Convertidor divises:
  - Poder donar l'oportunitat a l'usuari poder convertir el reconeixement a la seva divisa.

Els requisits no funcionals són:

- L'Aplicació s'implementarà amb la plataforma *Android* de Google amb *Kotlin*.
- La xarxa neuronal s'implementarà amb la llibreria *Tensorflow*. (explicat més detingudament després d'aquest llistat).



- La base de dades per a guardar l'històric serà local i s'utilitzarà base de dades *SQLite*.
- Ús de *backend* per a controlar errors i *feedback* dels usuaris un cop estigui a producció. S'utilitzarà el servei *Google Firebase* per la seva bona documentació i pel bon i complet servei que ofereix.
- Ús de l'API <https://www.currencyconverterapi.com/> per al convertidor de divises.
- L'aplicació ha de ser fàcil d'utilitzar i força intuïtiva amb un temps d'aprenentatge dels usuaris d'una mitja hora.
- L'aplicació ha de programar-se amb característiques preparades per a accessibilitat.
- L'aplicació ha de ser fiable i robusta per que no generar errors crítics que generin el tancament sobtat de l'aplicació.

S'utilitzarà *Tensorflow* com a llibreria per a implementar la xarxa neuronal per les següents raons:

- És una de les llibreries de codi obert molt utilitzada i en conseqüència hi ha molt bona documentació i molts tutorials.
- Està basada en *python* on en tinc un mínim d'experiència i em serà molt més fàcil l'aprenentatge.
- Dóna molta flexibilitat als models de construcció.
- Proporciona una molt bona visualització de filtres, imatges i gràfics convolucionals.
- S'integra molt bé en aplicacions Android, és a dir, es pot integrar dins l'aplicació sense fer peticions externes.

Per a l'elaboració d'un model propi i l'aprenentatge en les xarxes neuronals *Tensorflow* es segueixen els següents passos:

- Es clona el projecte de *github* a l'ordinador on es vol executar l'aprenentatge.
- Es compilen les llibreries necessàries.
- Es crea un conjunt de dades, *dataset*, per al correcte entrenament:
  - S'agafen un mínim de 200 imatges de l'objecte que es vol entrenar en diferents angles, posicions, etc.
  - S'etiqueten les imatges de mostra, és a dir, es dibuixa una caixa de límits al voltant de l'objecte, imatge, perquè el sistema sàpiga que el que hi ha dins el marc és l'objecte real que volem aprendre. Es pot fer ús d'aplicacions com per exemple *RectLabel*.
- Es divideix el conjunt de dades en dos directoris: aprenentatge, test. S'afegeix un 70% de les imatges i el respectiu *XML* generat amb *RectLabel* al directori d'aprenentatge i el 30% restant al directori test.
- Convertir l'*XML* a *tfrecord*, és a dir, un format per a que sigui llegible per a *Tensorflow*:
  - Convertir els *XML* en fitxers *CSV*.
  - I posteriorment convertir els fitxers *CSV* en el format *tfrecord*.
- Crear un mapa d'etiquetes.

- Entrenar el model:
  - Configurar el fitxer de configuració *pipeline* fent ús de *Single Shot Detection* (arquitectura de xarxa neuronal) i *MobileNet* (extractor de característiques convolucional, dissenyat per a treballar en dispositius mòbils).
  - Començar l'entrenament.
- Finalment s'avalua el model durant i després l'entrenament.

### 1.3 Enfocament i mètode seguit

L'aplicació a desenvolupar té poca competència en el mercat, només se n'ha trobat una i per tant es pot dir que és quasi inexistent la seva competència. El fet de que l'aplicació a desenvolupar sigui una aplicació amb funcionalitats força específiques per a aquesta, no s'adaptarà la que ja hi ha al mercat, ja que el que els objectius que persegueixo supera els de la ja existent. Així doncs, l'estratègia a seguir serà desenvolupar una aplicació des de zero, és a dir, realitzar un producte nou.

Per a la metodologia del desenvolupament d'aquest projecte he agafat com a base el cicle de vida clàssic de creació de software (o altrament dit desenvolupament en cascada), on l'inici de cada etapa ha d'esperar a que la etapa anterior finalitzi ja que la documentació de partida d'una etapa es genera en les etapes anteriors.

He agafat aquest mètode ja que el plantejament de les fases principals no variarà en tot el projecte (el que si pot passar és que alguna fase secundària pugui variar o generar-ne d'altres que no s'hagin tingut en compte a l'inici del projecte).

Aquestes fases són:

- Viabilitat: S'estudia si el projecte es pot realitzar a tots els nivells.
  - Participants del projecte.
  - Estimacions inicials:
    - Viabilitat tècnica.
    - Viabilitat operativa.
    - Viabilitat econòmica.
  - Costos del projecte.
  - Incidències i riscos.
- Anàlisi inicial: anàlisi de les necessitats dels usuaris per a determinar les característiques del projecte a desenvolupar.
  - Estudi dels usuaris potencials.
  - Eines a utilitzar durant el projecte.
- Anàlisi del sistema: anàlisi del sistema al detall.
  - Diagrama de casos d'ús.
  - Casos d'ús detallats.
- Disseny: estructura interna del software i les relacions entre les entitats que el componen.
  - Descripció general del projecte a nivell tècnic.
  - Descripció de les funcionalitats.
  - Estructura de la base de dades.
  - Disseny del prototip.

- Implementació: es programen els requisits específics fent ús de les estructures de dades dissenyades a la fase anterior.
  - Implementació de l'aplicació mòbil.
  - Implementació de la xarxa neuronal.
  - Implementació del *backend*.
- Verificació o proves: testeig i compliment dels requisits de l'aplicació tant de l'aplicació com la xarxa neuronal.
- Manteniment: modificació del producte una vegada finalitzat, ja sigui per a corregir errors o per a millorar el seu rendiment o característiques.

## 1.4 Planificació

En la planificació es defineixen les tasques, per una banda, que es duran a terme durant la realització del treball. I posteriorment es realitza una planificació d'aquestes.

### 1.4.1 Definició de tasques

El llistat de tasques i el contingut per a les diferents entregues i fases principals a realitzar durant la duració del treball es dividiran segons les entregues d'avaluació contínua proposades a la UOC. A part del llistat i desgloss de tasques també s'ha realitzat una graella que ajudarà a realitzar el diagrama de *Gantt* que es mostrarà en l'apartat següent.

Tasca	Data Inici	Data Fi	Hores laborables (L)	Hores festives (F)
<b>Proposta del projecte</b>	<b>19/09/2018</b>	<b>21/09/2018</b>	<b>5</b>	
Elaboració de la proposta	19/09/2018	20/09/2018	5	
Presentació de la proposta	20/09/2018	21/09/2018	0	
<b>Pla de Treball</b>	<b>22/09/2018</b>	<b>03/10/2018</b>	<b>10</b>	<b>35</b>
Context i justificació	22/09/2018	22/09/2018	0	10
Objectius i mètodes	23/09/2018	23/09/2018	0	10
Planificació	24/09/2018	25/09/2018	5	0
Viabilitat	26/09/2018	29/09/2018	5	5
Documentació	29/09/2018	03/10/2018	0	10
<b>Anàlisi Disseny i Arquitectura</b>	<b>04/10/2018</b>	<b>31/10/2018</b>	<b>50</b>	<b>80</b>
Anàlisi Inicial	04/10/2018	12/10/2018	15	20
Anàlisi del sistema	13/10/2018	19/10/2018	15	20
Disseny	20/10/2018	27/10/2018	15	20
Documentació	27/10/2018	31/10/2018	5	20
<b>Implementació</b>	<b>01/11/2018</b>	<b>12/12/2018</b>	<b>75</b>	<b>130</b>
Implementació xarxa neuronal	01/11/2018	25/11/2018	20	40
Implementació aplicació	10/11/2018	01/12/2018	20	35
Implementació <i>backend</i>	06/12/2018	08/12/2018	5	10

Testeig xarxa neuronal	10/11/2018	21/11/2018	10	15
Testeig aplicació	01/12/2018	08/05/2018	10	15
Documentació	07/12/2018	12/12/2018	10	15
<b>Lliurament Final</b>	<b>13/12/2018</b>	<b>09/01/2019</b>	<b>35</b>	<b>75</b>
Implementació Final	13/12/2018	26/12/2018	10	30
Elaborar presentació	27/12/2018	30/12/2019	5	15
Gravació vídeo presentació	29/12/2018	05/01/2019	10	15
Documentació	01/01/2019	09/01/2019	10	15
<b>Defensa Virtual</b>	<b>21/01/2019</b>	<b>25/01/2019</b>	<b>10</b>	<b>0</b>

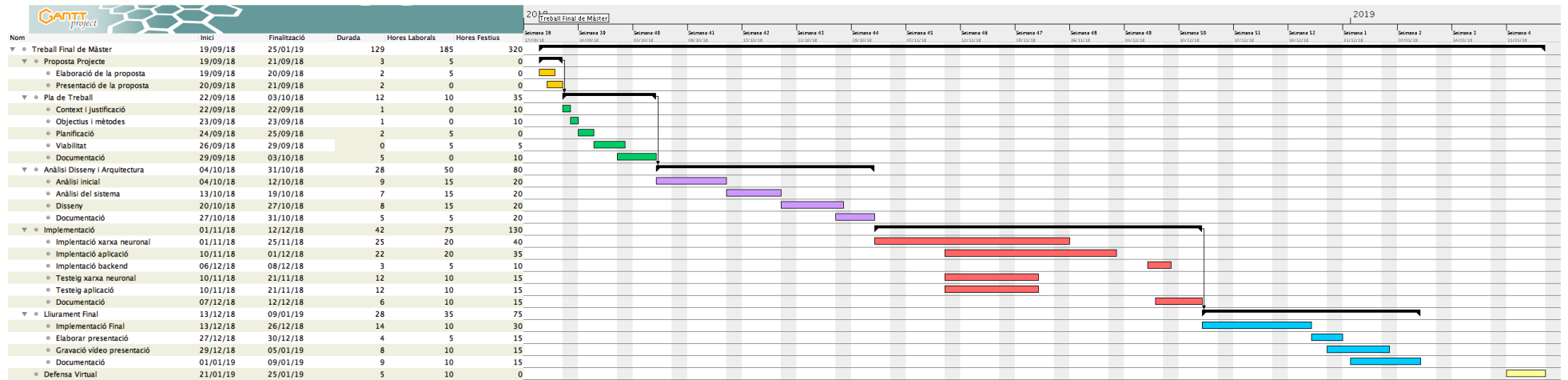
Taula 1: Llistat de tasques desglossades amb les dates planificades i d'entrega.

### 1.4.2 Planificació temporal

Un cop s'han definit les tasques del treball en l'apartat anterior amb la seva planificació temporal és molt més fàcil de realitzar el diagrama de *Gantt*, ja que només s'ha de passar al programa i es veurà realment les hores i els solapaments de cada tasca. Per a la seva elaboració s'han tingut en compte que la càrrega de treballa més elevada són els caps de setmana i festius. Entre setmana la càrrega de treball disminueix ja que tinc una jornada laboral de 40 hores setmanals i altres tasques a realitzar que no em permeten tenir tant de temps per al treball. Cal tenir en compte les dates claus, el treball final de màster comença el 19 de setembre del 2018 i acaba el 25 de gener de l'any vinent. Es treballarà per nadal i tots els festius pertinents, com ara el 12 d'octubre, l'1 de novembre o el 6 de desembre.

A continuació es mostra el diagrama de *Gantt* amb les tasques i la seva estimació:

# 1. Introducció



Il·lustració 5. Diagrama de Gantt



## 1.5 Viabilitat

Per a saber-ne la viabilitat del projecte s'ha de saber els participants del projecte i els costos inicials d'aquest.

### 1.5.1 Participants del projecte

El equip de treball del TFM està format per tres persones, els dos consultors: Jordi Ceballos Villach i Jordi Almirall López i servidora, l'alumna, Maricel Bros i Maimó.

Els rols dels participants són:

Participant	Rol assolir dins el projecte
Jordi Ceballos Villach	Suport general i tècnic.
Jordi Almirall López	Recolzament i guia en aspectes de disseny d'interacció i usabilitat.
Maricel Bros i Maimó	Autora del projecte.
Amics, família, coneguts	Usuaris, testers

Taula 2: Participants i rols del TFM.

### 1.5.2 Estimacions inicials

Per tal de saber si el projecte pot tirar endavant es farà una valoració de les tres viabilitats principals:

- Viabilitat tècnica: el projecte plantejat es pot realitzar tècnicament sense cap complicació, ja que no hi ha cap impediment tecnològic que compliqui o impossibiliti el procés de creació del projecte.
- Viabilitat operativa: tampoc hi haurà cap problema sobre l'acompliment de l'aplicació un cop realitzada. Totes les funcionalitats que ofereix l'aplicació no són impossibles de realitzar, per tant és viable operativament parlant.
- Viabilitat econòmica: un cop es veu clarament que és viable tant tècnicament com de manera operativa, es farà un anàlisi econòmic del cost aproximat del projecte.

El projecte té una durada de 113 dies i unes 505 hores treballades, sense tenir en compte la defensa virtual. Es conta treballar un esforç mitjà de 4 hores i mitja al dia (505/113) contant festius.

Si el sou brut d'un programador sènior a una empresa ronda els 30.000€/bruts l'any a jornada completa. Contant que el treballador faci festius i caps de setmana, les 4 hores i mitja passarien a ser unes 8 al dia per tant es treballarien quasi uns 4 mesos (113/30), arrodonint a 5 mesos ja que durant aquesta època hi ha molts dies festius.

Respecte al programari és lliure i gratuït.

El cost del disseny gràfic de l'aplicació podria rondar perfectament els 2.000 € incloent el logotip i els dissenys de les pantalles.

El cost de publicar l'aplicació és donar-se d'alta al servei de *Google Play* és de 25€.

Dies totals del projecte	113 dies
Hores/dia	4,5 hores/dia
Mesos	5 Mesos
Sou brut treballador	30.000 € / any (12.500€ els 5 mesos).
Disseny gràfic	2.000 €
Cost publicació aplicació	25€
<b>Cost</b>	<b>14.525 €</b>

Taula 3: Cost de realitzar l'aplicació.

El cost de l'aplicació no és exageradament elevat i es pot assumir perfectament. Per tant el projecte compleix les tres viabilitats i es pot tirar endavant.

### 1.5.3 Incidències i riscos

Durant la realització del projecte s'ha de tenir en compte els problemes que puguin sorgir i que s'han de resoldre per acabar d'elaborar-lo correctament. S'han d'identificar aquests possibles riscos i tindre'ls previstos, alguns d'ells poden ser:

#### Equip informàtic

Actualment utilitzo un iMac de 27" adquirit a l'any 2012. Tot i tenir quasi 6 anys fa poc es va canviar la gràfica. És una bona màquina, amb processador *intel i7*, amb 16 GB de memòria ram. Mai m'ha donat cap problema. En cas de possible avaria tinc, també, un ordinador portàtil ASUS amb sistema operatiu Ubuntu, també és un i7 però només conta amb 8GB de memòria ram. Tot i això les dues màquines aguanten molt bé l'execució d'*Android Studio* i la màquina virtual com el processament de dades.

#### Pèrdua d'informació

Respecte a la documentació tinc un disc dur on faig còpies de seguretat constantment i respecte al codi font tinc pensat utilitzar la meua compta de *bitbucket* per tal de poder disposar d'un control de versions per a l'aplicació i també la configuració de la xarxa neuronal.

#### Coneixements insuficients

Per la part d'*Android* no veig problema ja que he desenvolupat un parell d'aplicacions en anterioritat, potser tindrè més feina respecte a les xarxes neuronals però també n'he tingut en compte el meu desconeixement a l'hora de planificar.

#### Mala planificació

Aquest punt és molt delicat, una mala planificació pot endarrerir i no tenir temps a entregar el projecte a l'hora. En aquests casos si es veu que la planificació no ha estat bona o és endarrerir s'hauria de revisar i prioritzar funcionalitats.

#### Càrrega de treball laboral

Sóc conscient que treballant a jornada completa a vegades la jornada es pot allargar però la probabilitat de risc de perdre hores és baixa ja que mai he tingut que fer mes hores del compte.

#### Malalties

El risc de patir malalties no és massa alt, sempre em puc posar malalta però no afectaria massa a l'estat del projecte ja que he deixat dies lliures en la planificació per si hi ha algun imprevist.

## 1.6 Breu sumari de productes obtinguts

Els productes finals obtinguts són:

- L'aplicació desenvolupada amb *Android* , juntament amb la xarxa neuronal preparada per a l'aplicació i l'aplicació de control de *backend*.
- La memòria del Treball Final de Màster on es descriuen els tots els passos realitzats per arribar fins al final.
- Annexes necessaris per a complementar la informació de la memòria: manuals d'instal·lació, com publicar l'aplicació a la *Play Store*, ...
- Presentació del projecte.
- Vídeo de presentació explicant el projecte.

## 1.7 Breu descripció dels altres capítols de la memòria

Els capítols posteriors corresponen a la fase de disseny, implementació i finalització del Treball Final de Màster. Aquests s'aniran realitzant a mesura que es vagi avançant el projecte i es tancaran a l'entrega de cada prova d'avaluació continuada (PAC).

En el segon capítol es treballarà el disseny de l'aplicació: interfície d'usuari, arquitectura, disseny de dades, ...

En canvi en el tercer capítol es tractarà més la implementació i el desenvolupament de l'aplicació segons el que s'ha desenvolupat anteriorment, juntament amb el testeig.

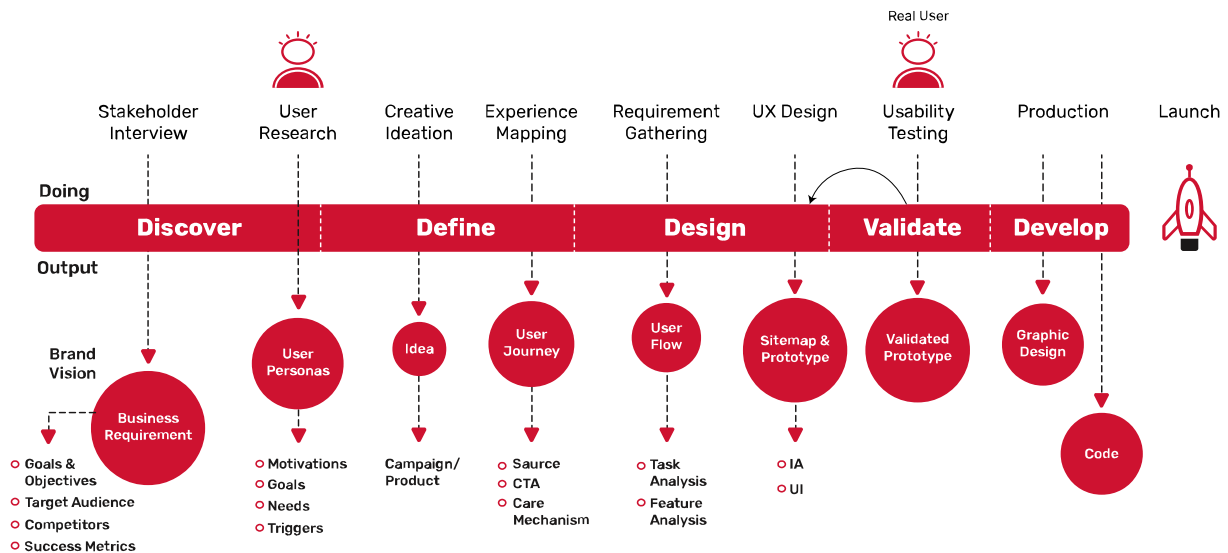
Finalment s'extrauran conclusions sobre l'evolució del projecte i es farà un anàlisi crític del Treball Final de Màster.

## 2. Disseny centrat en l'usuari (DCU)

En aquesta part s'aplicarà el Disseny Centrat en l'Usuari (DCU). DCU és un conjunt de processos en què es donen objectius d'usabilitat, característiques de l'usuari, entorn, tasques i flux de treball d'un producte, servei o procés. La seva filosofia és optimitzar un producte al voltant de com els usuaris poden, volen o necessiten utilitzar-lo.

Els aspectes tractats del model DCU són anàlisi, disseny i avaluació a l'aplicació que és vol realitzar: *cRoin*.

Els apartats es classifiquen segons cada fase:



Il·lustració 6. Diagrama de les diverses fases del disseny centrat en l'usuari. (Font Think360 Studio)

- Fase d'anàlisi (*define*): els apartats 2.1 i 2.2 fan referència a aquesta fase, aquests són tant l'estudi de context d'ús com dels usuaris.
- Fase de disseny (*design*): els apartats 2.3 i 2.4, disseny conceptual i prototipatge respectivament, fan referència a l'anàlisi de disseny.
- Fase d'avaluació (*validate*): finalment l'últim apartat, el 2.5, amb el mateix nom que la seva fase, fa referència a l'avaluació de les conclusions extretes de les dues fases anteriors.

Els objectius principals d'aquesta part del treball són realitzar un anàlisi dels usuaris i el context d'ús de l'aplicació per tal de poder arribar a definir-ne un perfil i les tasques que s'adeqüin a aquests i així realitzar una aplicació adaptada a l'usuari al qual va enfocada.

Aquests objectius s'aniran resolent a mesura que s'avanci en aquest estudi DCU per tal de desenvolupar-ne la base del projecte abans de passar a la seva implementació.

## 2.1 Context d'ús

El motiu d'aquest TFM és fusionar les prestacions i l'abast que ofereixen els dispositius mòbils amb l'aprenentatge automàtic de les xarxes neuronals i posar-ho a disposició dels usuaris en el seu dia a dia mitjançant una aplicació. D'aquesta idea neix *cRoin (Coin Recognition)* on la seva funcionalitat principal és la detecció de divises mitjançant la càmera o donada una imatge on:

- Inicialment la divisa a reconèixer serà l'Euro (€).
- El reconeixement sigui simultani, tant tipus com valor, amb bona precisió.
- Seleccionar el tipus de càlcul que es vol realitzar.
- Poder disposar d'un històric en cas de voler guardar-ne la detecció.
- Convertir a altres divises la quantitat detectada.

El que es vol saber amb aquest anàlisi és prioritzar les funcionalitats de l'aplicació segons l'àrea en que anirà enfocada l'aplicació. Al ser una aplicació que es pot utilitzar en molts camps s'utilitzaran els mètodes que proporciona el DCU per a veure cap a quina àrea s'adaptarà millor als usuaris (aprenentatge, ús diari, viatges, ...).

La major part de la població disposa d'un telefon intel·ligent o en té un a l'abast. Acostuma a portar-lo sempre a sobre i el seu ús n'és molt variat. Per altra banda l'ús d'una aplicació com la proposada també n'és molt àmplia així que en els pròxims apartats es definiran les condicions d'ús segons aquestes dues premisses.

### 2.1.1 On?

Les preguntes relacionades amb el tipus d'aplicació a desenvolupar que m'he s'han fet per a conèixer l'on han estat:

- On es trobaran els usuaris?  
Els usuaris faran ús de l'aplicació en qualsevol lloc on es puguin utilitzar diners en efectiu. És a dir, qualsevol lloc, des d'una botiga, passant per un restaurant, a la seva llar, en un museu o fins hi tot al carrer en una parada de mercat.
- Espais de grans o petites dimensions?  
Poden ser en espais tant de petites com grans dimensions però la major part de les vegades s'utilitzarà en espais petits ja que l'ús de monedes acostuma a ser a llocs petits com botigues, restaurants, ...
- Espais oberts o espais tancats?  
Depèn de cada usuari però poden ser tant espais oberts com per exemple quioscos, *food trucks*, taquilles de venda d'entrades de concerts, com també espais tancats com bars, el menjador de casa o una habitació d'hotel. Tot lloc on es requereix l'ús de diners.
- Espai públic o privat?  
Com en els casos anteriors els usuaris es podran trobar en qualsevol tipus d'espai, tant públic com privat, però el seu ús serà més remarcat en espais públics que és on s'acostuma a realitzar transaccions monetàries.
- Llocs molt o poc il·luminats?  
Espais de tot tipus, majoritàriament il·luminats amb major o menor mesura, ja que al tractar-se de llocs on s'utilitzen diners, aquests acostumen a estar mínimament il·luminats.

### 2.1.2 Quan?

Per a saber-ne el quan sobre l'ús de l'aplicació s'han plantejat les següents qüestions:

- En quin moment del dia s'utilitzarà l'aplicació?  
S'utilitzarà en qualsevol moment al llarg del dia, potser més en horaris comercials però no es descarta que se'n faci un ús fora d'aquestes.
- Quan de temps en faran ús els usuaris?  
S'utilitzarà en moments determinats i el seu ús serà de pocs minuts, fins hi tot podrien arribar a ser segons ja que es vol saber el valor d'una divisa al moment.

### 2.1.3 En quin entorn?

Les preguntes realitzades per a definir l'entorn són:

- Quin o quins dispositius s'utilitzaran?  
El dispositiu serà l'anomenat *smartphone* o telèfon intel·ligent ja que és el dispositiu que tothom du a sobre. Es descarta la *tablet* ja que el seu ús es limita molt a les llars i com s'ha definit anteriorment s'utilitzarà en qualsevol tipus d'espais.
- Quin tipus de visualització s'utilitzarà?  
Majoritàriament la vertical però per a enregistrar les monedes o fer-hi una fotografia serà tant més panoràmic que vertical per l'ús habitual de realitzar fotografies horitzontals. Per tant en aquest cas l'aplicació haurà d'adaptar-se a tots els tipus de visualització ja que dependrà molt de la situació i l'usuari fer-ne ús de pantalla vertical o horitzontal.
- La probabilitat de ser interromputs pels usuaris és elevada?  
Serà altament elevada ja que es preveu que la majoria dels casos els usuaris estaran en un entorn on interaccionaran amb altra gent i en pocs casos seran interromputs.
- Hi ha condicions que dificultin especialment algun tipus d'interacció?  
Potser la condició que més afectarà i dificultarà la interacció amb l'aplicació serà la poca o nul·la il·luminació ambiental, però s'espera que el *flash* de la càmera del mòbil supleixi aquesta manca de llum en cas de no haver-n'hi.

Definició de l'entorn:

- Entorn tecnològic: la gran part de l'ús de l'aplicació serà en llocs amb connectivitat de xarxa (tant wifi com dades mòbils), però no es descarta que hi hagi localitzacions on no n'hi arribi. En aquest cas no afecta ja que l'aplicació no farà ús de connexió a internet per les funcionalitats principals. La bateria és un punt a tenir en compte, la càmera dels dispositius mòbils requereix un mínim de bateria, en el cas contrari no deixa executar-la, per tant s'haurà de tenir molta cura amb el nivell de bateria. Serà una aplicació realitzada per a dispositius Android, ja que en són els més utilitzats actualment. La mida del dispositiu no afectarà a l'ús de l'aplicació per que s'adaptarà a la pantalla de l'usuari. La localització dependrà molt de si s'utilitzarà en un espai obert o tancat però per normal general, actualment, hi ha moltes maneres de triangular la posició gps d'un dispositiu mòbil, per tant sempre serà molt aproximada tot i no ser acurada com tampoc serà un problema vital per a les funcionalitats principals de l'aplicació.
- Entorn social: la gent que hi haurà al voltant de l'usuari serà diversa, des de coneguts a totalment persones totalment desconegudes, al ser una aplicació on hi intervenen els diners els usuaris estaran més al cas de la divisa en si que de l'aplicació, però aquesta no demanarà informació que requereixi privadesa. Així i tot el niell de privacitat per a l'usuari serà força baix.

- Entorn ambiental: l'entorn serà des d'una ciutat a una població o qualsevol lloc on s'utilitzin diners. L'usuari disposarà de llum (tant artificial com natural) i temperatura ambient. El soroll dependrà de la gent que l'envolti i de l'entorn on estigui, podria arribar a ser que el soroll sigui no apte i podria superar l'establert per la normativa però d'aquests casos es preveu que siguin pocs.

#### 2.1.4 Conclusions

Les conclusions que s'extreuen per al context d'ús de l'aplicació són:

- L'ús de l'aplicació serà qualsevol lloc on s'utilitzin diners en efectiu.
- L'usuari farà ús de l'aplicació en moments puntuals i amb poc de temps (menys de 5 minuts).
- Afectarà negativament els entorns amb poca il·luminació.
- S'utilitzarà *smartphones* amb sistema operatiu Android. Cal tenir en compte que la bateria dels dispositius afectarà al funcionament de l'aplicació.
- El nivell de privadesa de l'usuari serà baix o nul.
- L'aplicació anirà dirigida a usuaris de varis àmbits, des de usuaris que vulguin aprendre el valor i tipus de monedes (nens, gent d'altres països), a usuaris que viatgin o fins hi tot en ús diari (compres, ...).

## 2.2 Usuaris

Un cop definit el context d'ús de l'aplicació s'aprofundirà en definir el perfil de l'usuari. En aquest cas concret el que es vol és que sigui l'usuari qui determini l'àrea de l'aplicació i d'aquesta manera repercutirà en la definició del seu perfil, però abans es realitzarà un estudi de mercat on es vol veure la possible competència d'aplicacions que identifiquin monedes de qualsevol divisa.

Els principals mètodes d'investigació utilitzats per a determinar els perfils d'usuaris com les principals funcionalitats de l'aplicació són:

- Anàlisi competitiva (*benchmarking*): on s'analitzen productes semblants amb l'aplicació que es vol realitzar per veure tant les oportunitats en el mercat com prioritzar i millorar-ne funcionalitats.
- Enquestes: on es determinarà el perfil de l'usuari i l'àrea d'aplicació de *cRoin*.

No s'ha pogut realitzar altres mètodes d'investigació com ara: observació i investigació contextual, com mètode de seguiment (*shadowing*), mètode de diari, entrevistes en profunditat o dinàmiques de grup ja que al ser una aplicació que encara no sap cap a quin tipus de mercat anirà dirigit i molt menys no n'existeix cap aplicació semblant per a aquests usos quotidians.

### 2.2.1 Anàlisi i competència

Tot i haver fet un estudi de la competència en la introducció de la primera pac, apartat 1.1, s'ha volgut aprofundir una mica més en l'anàlisi de productes similars que utilitzen la càmera per a identificar divises.

#### 2.1.1.1 Anàlisi

S'ha fet un anàlisi a quatre aplicacions relacionades en la detecció de monedes i/o bitllets, sense tenir en compte el sector (ja que això es definirà en l'apartat següent), de totes elles s'han agafat les característiques més significatives per a poder analitzar i comparar-les.

##### [Coin Counter](#)

Última actualització: 16 desembre 2016.

Valoració usuaris: 2,8/5 (46 usuaris han valorat l'aplicació)

Descàrregues: + 5.000

Sector: Comerç



Il·lustració 7. Logotip Coin Counter

Descripció: És una aplicació que detecta monedes i bitllets identificant-los, donant-ne la quantitat i el seu valor. També fa càlculs manuals de monedes i bitllets i finalment també en guarda l'última entrada quan es surt de l'aplicació, si l'usuari vol (per defecte aquesta opció està activada).

Idiomes: Anglès

Divises que reconeix:

Dolar australià (AUD), dolar americà (USD), dolar canadenc (CAD), euro (EUR), lliura esterlina (GBP), ruble rus (RUB), pes argentí (ARS), hryvnia ucraïnès (UAH), rupia índia (INR).

Error en reconeixement de divises: baix.

Interfície: Poc intuïtiva, aspecte poc agradable a la vista.

Accessibilitat: Baixa, costa de saber com funciona.

Avantatges:



- Disposa de detecció de gran quantitat de divises diferents.
- Utilitza detecció per visió artificial (*OpenCV*)
- Disposa d'un tutorial per saber com funciona.

Inconvenients:

- S'ha de baixar i instal·lar una llibreria externa (*OpenCV Manager*).
- Publicitat situada just sota el total i quan es vol esborrar el resultat es pot seleccionar sense voler.
- Detecta individualment cada tipus de moneda/bitllet i no tots a la vegada.

Sistema operatiu: Android

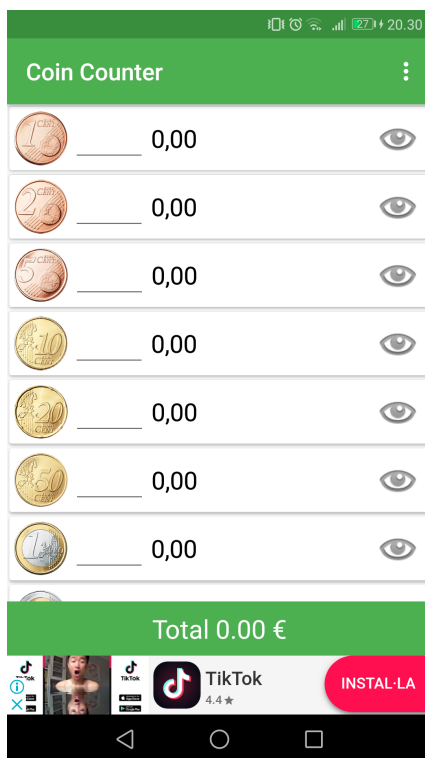
Versió SO: Mínim 4.0.

Colors emprats: Verd, blanc i negre.

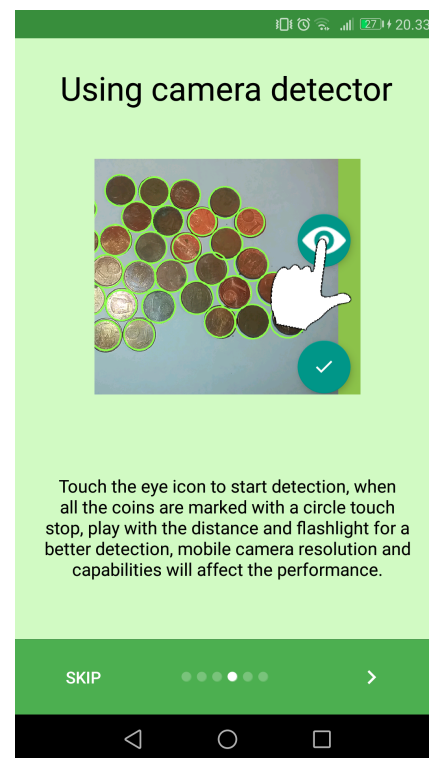
Preu: Gratuïta (A partir de 1,21€ es poden eliminar els anuncis de l'aplicació).

Publicitat: Sí.

Qualitat: Baixa.



Il·lustració 8. Pantalla inicial de Coin Counter



Il·lustració 9. Tutorial de Coin Counter

### [Ideal U.S. Currency Identifier](#)

Última actualització: 5 setembre 2014.

Valoració usuaris: 4,3/5 (95 usuaris han valorat l'aplicació)

Descàrregues: + 10.000

Sector: Educació.



Il·lustració 10. Logotip Ideal U.S. Currency Identifier

Descripció: És una aplicació que detecta bitllets d'un en un. L'aplicació diu quin bitllet s'ha detectat i reproduceix una vibració quan n'ha detectat un.

Idiomes: Anglès

Divises que reconeix: Dolar americà (USD).

Error en reconeixement de divises: molt baix.

Interfície: Força intuïtiva, senzilla amb pocs menús i fàcil d'utilitzar

Accessibilitat: Alta, adaptable a persones amb poca visió o cegues.

Avantatges:

- Adaptat a persones amb discapacitats visuals.
- Molt precisa.
- Disposa d'un tutorial per saber com funciona.
- No conté publicitat.

Inconvenients:

- S'ha d'instal·lar un programa *text-to-speech voice* per a que l'aplicació funcioni correctament.
- Detecta individualment cada bitllet i no tots a la vegada.

Sistema operatiu: Android

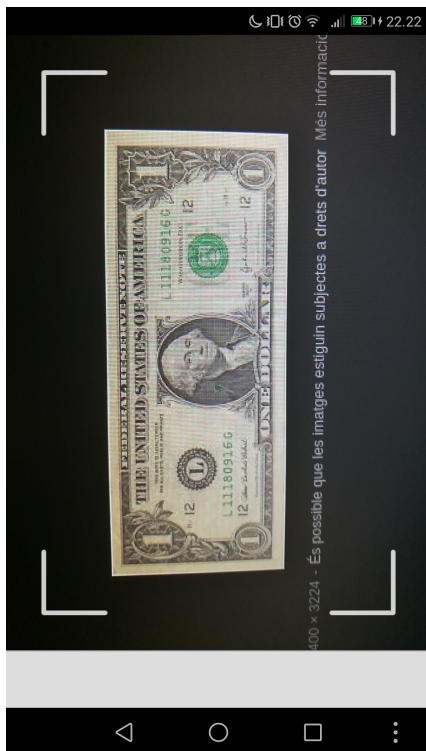
Versió SO: Mínim 2.2

Colors emprats: Verd, blanc i negre.

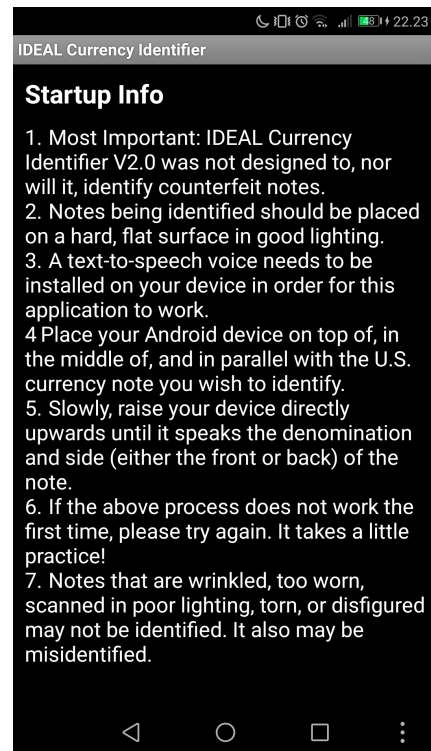
Preu: Gratuïta.

Publicitat: No.

Qualitat: Mitja.



Il·lustració 11. Pantalla inicial ja preparada per a la identificació de bitllets.



Il·lustració 12. Instruccions de com utilitzar Ideal U.S. Currency Identifier.

## Blind-Droid Wallet

Última actualització: 7 octubre 2015.

Valoració usuaris: 4,4/4 (345 usuaris han valorat l'aplicació).

Descàrregues: + 10.000

Sector: Accessibilitat.

Il·lustració 13. Logotip Blind-Droid Wallet



Descripció: És una aplicació que detecta bitllets d'un en un especialment per a persones amb discapacitat visual.

Idiomes: Anglès, rus, àrab, búlgar, alemany, castellà, persa, croat, hongarès, italià, hebreu, japonès, polonès, portuguès de Brasil, portuguès de Portugal, eslovè, servi, turc, vietnamita, xinès.

Divises que reconeix:

Per defecte dolar americà (USD) i l'euro (EUR). Es poden afegir altres divises com: ARS, AUD, AZM, BDT, BGN, BND, BOB, BRL, BWP, BYR, CAD, CHF, CLP, CNY, COP, CRC, CZK, DKK, DOP, DZD, EGP, FOK, GBP, GEL, HKD, HNL, HRK, HUF, IDR, ILS, INR, IQD, IRR, ISK, JOD, JPY, KES, KGS, KHR, KZT, LAK, LBP, LTL, MAD, MDL, MKD, MMK, MNT, MWK, MXN, MYR, NGN, NOK, NPR, NZD, PEN, PHP, PKR, PLN, PRB, PYG, QAR, RON, RSD, RUB, SAR, SDG, SYP, THB, TJS, TMT, TND, TTD, UAH, UZS, VEF, VND, YER, ZAR.

Error en reconeixement de divises: mig/alt.

Interfície: Intuïtiva, senzilla.

Accessibilitat: Alta, fàcil d'utilitzar però mes difícil de configurar.

Avantatges:

- Disposa de detecció de gran quantitat de divises diferents.
- Disposa de molts idiomes.
- La detecció és fa via veu i sense haver d'instal·lar cap programa a part.

Inconvenients:

- Falla sovint el reconeixement.
- Requereix de molta il·luminació per a detectar correctament la divisa.
- Detecta individualment cada tipus de moneda/bitllet i no tots a la vegada.

Sistema operatiu: Android

Versió SO: Mínim 2.3.

Colors emprats: Groc, negre i blanc

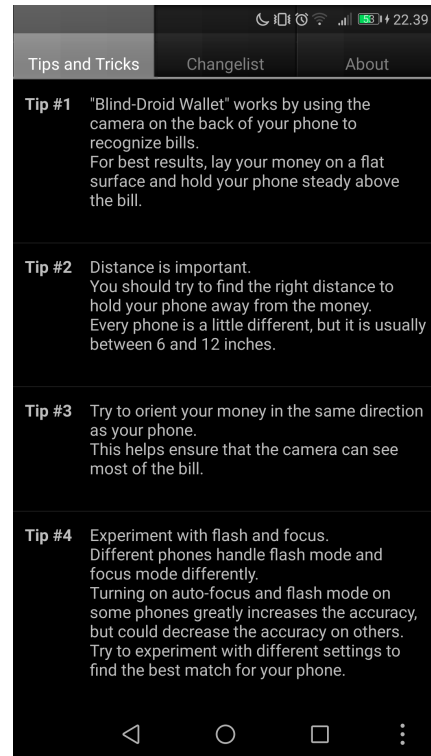
Preu: Gratuïta (Es poden fer donacions a partir de 2\$).

Publicitat: No.

Qualitat: Mitja/Baixa.



II-lustració 14. Pantalla inicial de Blind-Droid Wallet.



II-lustració 15. Consells i trucs de Blind-Droid Wallet.

### [Coinscope](#)

Última actualització: 9 octubre 2018.

Valoració usuaris: 4,6/5 (533 usuaris han valorat l'aplicació).

Descàrregues: + 50.000

Sector: Numismàtica.

Descripció: És una aplicació que detecta monedes per al col·leccionisme. La seva detecció es fa de manera individual.

Idiomes: Anglès.

Divises que reconeix:

Reconeix tot tipus de monedes, fins hi tot fora de curs legal.

Error en reconeixement de divises: molt baix.

Interfície: Força intuïtiva, aspecte agradable a la vista.

Accessibilitat: Mitjana, fàcil d'utilitzar.

Avantatges:

- Disposa de detecció de gran quantitat de divises diferents de curs legal com no.
- Es pot guardar el reconeixement en un històric ordenat per data.

Inconvenients:

- Realitzar una fotografia i a partir d'aquesta en fa la detecció.



II-lustració 16. Logotip Coinscope

- Publicitat situada just sota el botó per a realitzar el reconeixement i quan es vol prémer es pot seleccionar sense voler la publicitat.
- No disposa de tutorial o consells d'ús.

Sistema operatiu: Android

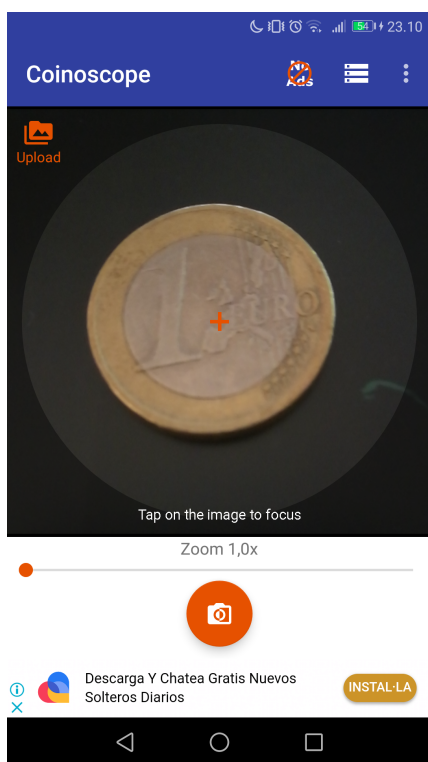
Versió SO: Mínim 4.0.3

Colors emprats: Blau, blanc i negre.

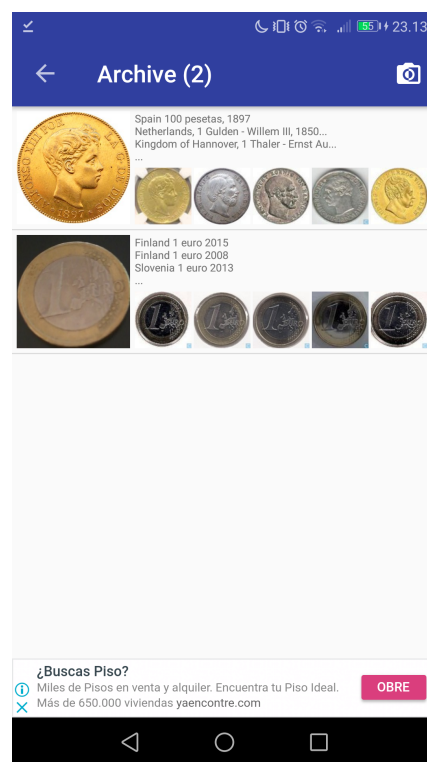
Preu: Gratuïta (A un cost de 1,19€/any es poden eliminar els anuncis de l'aplicació).

Publicitat: Sí.

Qualitat: Mitja.










Il·lustració 17. Pantalla inicial i de Coinscope



Il·lustració 18. Històric de Coinscope

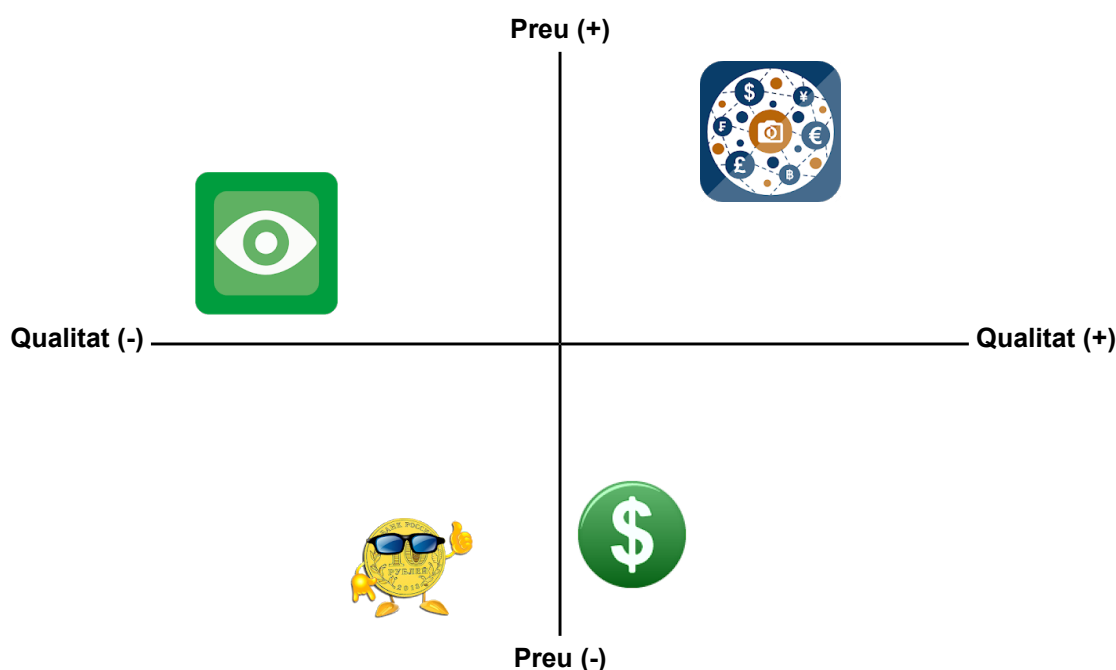
## 2.2.1.2 Quadre comparatiu

Nom	S.O. i Versió	Sector	Fàcil Ús	Divises	Error detecció	Idiomes	Accessibilitat	Colors	Preu	Publicitat	Qualitat
 <a href="#">Coin Counter</a>	 Mínim 4.0	Comerç	Baix	9	Baix	1 (Anglès)	Baixa	Verd Blanc Negre	Gratuïta	Sí (Sense pagant 1,21€)	Baixa
 <a href="#">Ideal U.S. Currency Identifier</a>	 Mínim 2.2	Educació	Alt	1	Molt baix	1 (Anglès)	Alta	Verd Blanc Negre	Gratuïta	No	Mitja
 <a href="#">Blind-Droid Wallet</a>	 Mínim 2.3	Accessibilitat	Mitjà	80	Mitjà	20	Alta	Groc Blanc Negre	Gratuïta (Donatiu mínim 2\$ )	No	Mitja / Baixa
 <a href="#">Coinscope</a>	 Mínim 4.0.3	Numismàtica	Alt	n (incloses de curs no legal)	Molt baix	1 (Anglès)	Mitja	Blau Blanc Negre	Gratuïta	Sí (Sense pagant 1,19€/any)	Mitja / Alta

Taula 4: Quadre comparatiu de l'anàlisi realitzat en l'apartat anterior.

### 2.2.1.3 Posicionament en el mercat

Un cop fet el quadre comparatiu, extret de l'anàlisi de la competència, i tenint classificades totes les dades d'interès, es realitza una gràfica de posicionament de les aplicacions analitzades en el mercat. Aquesta gràfica basada sobre la qualitat / preu de totes les aplicacions mostrarà visualment la seva posició i serà més fàcil realitzar-ne les conclusions finals en el següent apartat. Cal tenir en compte que al ser totes gratuïtes s'ha agafat el preu per treure'n la publicitat de les que en disposen, com tampoc les que tenen una opció de donació.



Il·lustració 19. Posicionament qualitat / preu

### 2.2.1.4 Conclusions

Les conclusions extretes de l'anàlisi de la competència són:

- Les aplicacions de reconeixement de monedes engloben varis sectors.
- Comparteixen la funcionalitat principal, la de detecció de divises, però les funcionalitats secundàries depèn del segment de mercat a qui va dirigida.
- Fan el reconeixement individualment segons tipus de divisa, és a dir, si hi ha varies monedes/bitllets només reconeixen la d'un tipus, el que s'indica a l'aplicació o el primer que detecten.
- De les 4, només una se sap del cert que utilitza xarxes de reconeixement neuronal amb el gran inconvenient de que s'ha d'instal·lar una llibreria a part.
- La majoria destaca per seva senzillesa i fàcil ús però visualment no estan massa ben treballades.
- El percentatge d'error en el reconeixement depèn de l'àmplia gamma de divises que disposa, a més divises ofertes més error de reconeixement.
- Hi ha un bon treball en l'accessibilitat, sobretot en discapacitat visual, per part de *Blind-Droid Wallet* i *Ideal U.S currency Identifier*.

- Només s'han pogut trobar aplicacions amb sistema operatiu *Android*.
- Totes s'utilitzen *off-line* i el volum de descàrrega és poc. Només fan ús de les xarxes mòbils i/o *wifi* per a baixar mes divises per detectar o realitzar pagaments.
- Totes a excepció de *Coinscope* disposen d'un tutorial d'ús o consells de com utilitzar l'aplicació.
- De la gràfica de posicionament qualitat / preu es veu un fet curiós aquest és que totes les aplicacions són gratuïtes. La qualitat de les aplicacions varia molt tot i no tenir cost. Això significa que hi ha programat aquestes aplicacions ho ha fet sense ànim de lucre o bé per posar-hi publicitat amb la possibilitat de poder-la eliminar realitzant un pagament únic o anual.

A conseqüència d'aquest estudi de mercat s'ha realitzat un anàlisi DAFO per tal d'estudiar la situació actual simulant les dificultats de *cRoin* envers la competència:

Debilitats <i>cRoin</i>	Amenaces Mercat
<ul style="list-style-type: none"> <li>x Falta d'experiència.</li> <li>x Falta d'inversió.</li> <li>x Temps limitat del desenvolupador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>x Saturació d'aplicacions gratuïtes.</li> <li>x Aplicacions molt específiques.</li> <li>x La venda a través del mercat d'aplicacions és molt competitiva.</li> </ul>
Errors Mercat	Oportunitats <i>cRoin</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Aplicacions molt especialitzades per usos.</li> <li>➔ Poques aplicacions de qualitat.</li> <li>➔ Aplicacions de detecció de divises interessants però no permeten la detecció múltiple de diverses monedes / bitllets de la mateixa divisa.</li> <li>➔ Aquestes aplicacions no tenen volum ni atracció d'usuaris. Utilitat bastant limitada i específica.</li> <li>➔ UX i aspecte molt millorables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Obrir-se en un mercat relativament nou.</li> <li>✓ Aspecte visual propi (procurant no perdre usabilitat).</li> <li>✓ Tenir fiabilitat en els reconeixements i un error molt baix (menys del 3 %)</li> <li>✓ Detectar múltiples divises.</li> <li>✓ Donar bona accessibilitat tenint en compte totes les discapacitats (visual, auditiva, física, cognitiva, ...).</li> <li>✓ Oferir una bona interfície d'usuari .</li> <li>✓ Gran varietat de sectors on posicionar-se.</li> </ul>

Taula 5: Anàlisi DAFO de *cRoin* envers la competència.



## 2.2.2 Enquestes

Una de les raons per les quals s'ha escollit aquesta tècnica quantitativa, es per que una mostra representativa de possibles usuaris decidís cap a on anés enfocada l'aplicació, és a dir, l'àrea / el sector (aprenentatge, ús diari, viatges, ...), com també, i no menys important, saber-ne les seves preferències envers certes característiques i funcionalitats que ofereix el producte a desenvolupar.

### 2.2.2.1 Enquesta tipus

Per tal de que la mostra representativa d'usuaris sigui mes àmplia s'ha realitzat l'enquesta en tres idiomes (català, castellà i anglès).

Les enquestes s'han realitzat virtualment fent ús de *Google Forms* on l'enquesta tipus, igual per als tres idiomes, és la següent:

N.	Pregunta	Possibles respostes
1	Edat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt;18</li> <li>• 18 – 29</li> <li>• 30 – 39</li> <li>• 40 – 49</li> <li>• 50 – 59</li> <li>• 60 – 69</li> <li>• &gt;= 70</li> </ul>
2	Gènere	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Femení</li> <li>• Masculí</li> <li>• Prefereixo no respondre</li> <li>• Altres... (opció oberta)</li> </ul>
3	Disposes d'un telèfon intel·ligent ( <i>smartphone</i> )?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí (passa a la pregunta 4)</li> <li>• No (passa ala pregunta 5)</li> </ul>
4	Quin sistema operatiu té el teu telèfon?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Android</li> <li>• Blackberry</li> <li>• iOS</li> <li>• Windows Phone</li> <li>• No ho se</li> <li>• Altres... (opció oberta)</li> </ul>
5	El teu interès en el reconeixement d'objectes utilitzant la càmera del mòbil és?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nul</li> <li>• Curiós</li> <li>• Àvid</li> </ul>
6	T'agradaria tenir una aplicació que reconegués monedes?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí</li> <li>• No</li> <li>• Potser</li> </ul>
7	La trobaries útil?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí</li> <li>• No</li> <li>• Potser</li> </ul>
8	En quins camps creus que s'adaptaria millor aquest tipus d'aplicació?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprenentatge</li> <li>• Ús diari (qualsevol situació quotidiana en que s'utilitzin diners)</li> <li>• Viatges (detecció i canvi de divises de monedes)</li> <li>• Altres ... (opció oberta).</li> </ul>

9	Puntua les funcionalitats que més t'interessaria que tingués una aplicació mòbil dedicada al reconeixement de monedes (1 com a 'Gens interessant', i 5 com a 'Molt interessant').	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Històric de reconeixements. (1)</li> <li>• Conversió de divises. (2)</li> <li>• Realitzar càlculs automàtics. (3)</li> <li>• Identificació segons un valor ja donat per l'aplicació. (4)</li> <li>• Moneder. (5)</li> </ul>
<p>(1) Poder guardar i tenir un històric dels reconeixements realitzats anteriorment com també guardar-ne la posició gps i un comentari.</p> <p>(2) Tenir l'opció de canviar el valor detectat a qualsevol divisa.</p> <p>(3) Realitzar càlculs automàtics com ara:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Donat x persones i x monedes, el sistema ha de saber com repartir-les equitativament dins les possibilitats que ofereixen aquestes.</li> <li>• Donat un import previ, calcular-ne l'import mínim superior total i quines monedes s'han d'utilitzar.</li> </ul> <p>(4) La possibilitat que l'aplicació et mostri un valor i hagi de posar-hi les monedes fins a arribar a aquest valor.</p> <p>(5) Ús de moneder, de manera que es realitzi un reconeixement inicial en que es detecten tots els diners de que disposes i al llarg del dia, a cada reconeixement, et vagi indicant els diners que et queden.</p>		
10	Afegiries alguna utilitat més?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí (passa a la pregunta 11)</li> <li>• No (passa a la pregunta 12)</li> </ul>
11	Quines funcionalitats afegiries?	Resposta oberta.
12	En quin entorn creus que es pot utilitzar més?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establiments comercials (botigues, supermercats, ...)</li> <li>• Establiment de restauració (bars, restaurants, gelateries, ...)</li> <li>• Aire lliure (carrer, plaça, aparcament, ...)</li> <li>• Altres (opció oberta)</li> </ul>
13	Què agraeixes d'una aplicació mòbil?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intuïtiva</li> <li>• Fiable / veraç</li> <li>• Molta informació</li> <li>• Ràpida</li> <li>• Vista agradable</li> <li>• Altres (opció oberta)</li> </ul>

Taula 6: Preguntes de l'enquesta amb les seves possibles respostes.

Totes les respostes són obligatòries, a excepció de la 4 i la 11 que es mostren depenent de la resposta donada a les preguntes 3 i 10 respectivament.

La gran part de les respostes són seleccionables a excepció de la 11a on es redacta una resposta segons l'usuari cregui convenient.

Algunes preguntes tenen una resposta oberta depenent de la opció que s'hagi escollit, ja que es volia donar una mica de llibertat en les funcionalitats i al tipus d'entorn l'àrea.

Les preguntes s'han realitzat per a extreure'n les dades més importants:

- Usuaris: com ara edat, gènere, si disposen de dispositius mòbils intel·ligents i quin tipus de sistema operatiu (preguntes de la 1 a la 4).
- L'interès per l'aplicació a desenvolupar (preguntes de la 5 a la 7).
- Sector que els seria més útil l'aplicació (pregunta 8).
- Funcionalitats que creuen més importants i útils d'un llistat ja donat (pregunta 9) i si volen afegir-hi alguna funcionalitat que no s'ha tingut en compte (preguntes 10 i 11).
- Context d'ús: l'entorn en que seria més útil (pregunta 12).
- I que valoren més d'una aplicació mòbil (pregunta 13).

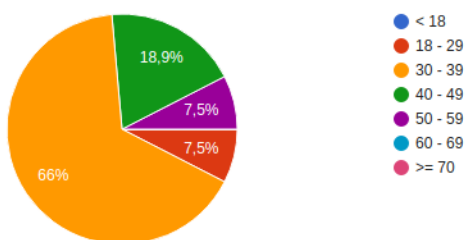
### 2.2.2.2 Resultats

S'han obtingut 90 respostes de l'enquesta per a diferents tipus d'usuaris, el desgloss de les quals, en els tres idiomes oferts, ha estat:

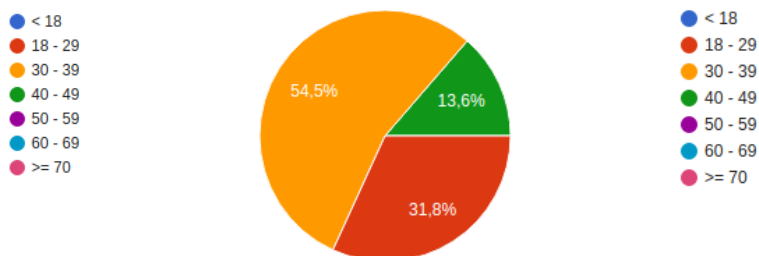
- 53 en català.
- 22 en castellà.
- 13 en anglès.

A continuació s'analitza cada pregunta segons els resultats obtinguts per a cada idioma i el total.

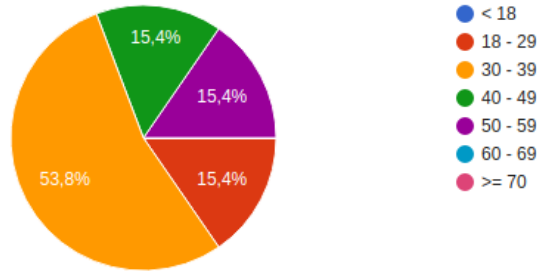
1. Edat: les edats compreses dels enquestats va dels 18 fins als 59 anys. Essent la mitjana d'edat el rang comprès entre 30 i 39 anys, és a dir, 34,5 anys.



II-lustració 20.Gràfica d'edats de l'enquesta en català.



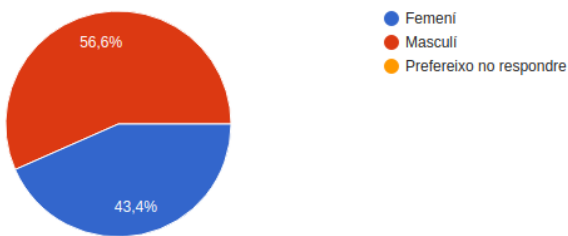
II-lustració 21.Gràfica d'edats de l'enquesta en castellà.



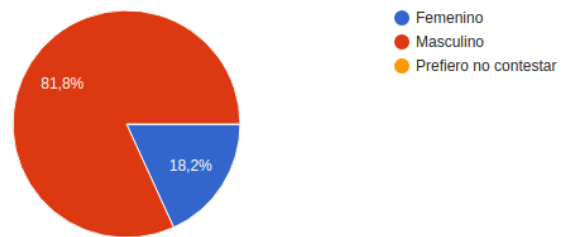
II·lustració 22.Gràfica d'edats de l'enquesta en anglès.

Com es pot veure a les gràfiques a l'enquesta en castellà el rang d'edat màxim baixa fins als 49 anys. Així hi tot no afecta als resultats finals per que el rang d'edat entre 30 i 39 anys és més del 50% en tots tres casos.

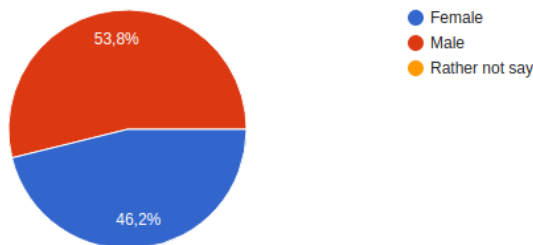
2. Gènere: es va voler ser inclusiu en el gènere i es va posar a part, de femení i masculí, la opció de no contestar la pregunta i fins hi tot una opció d'altres.



II·lustració 23.Gràfica la pregunta sobre el gènere dels usuaris de l'enquesta en català.



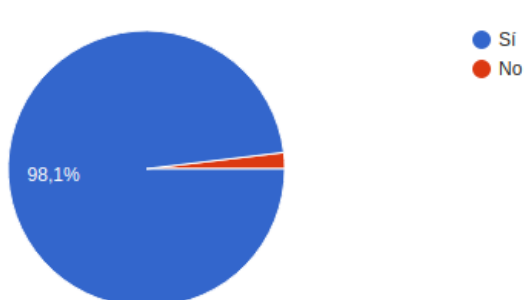
II·lustració 24. Gràfica de la pregunta sobre el gènere dels usuaris de l'enquesta en castellà.



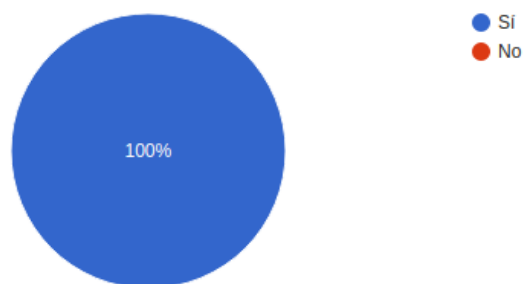
II·lustració 25.Gràfica de la pregunta sobre el gènere dels usuaris de l'enquesta en anglès.

Referent al gènere està quasi allà mateix, el gènere masculí passa del 50% en totes tres enquestes, en el cas de l'enquesta en castellà es dispara fins al 80% però la mitja de les tres enquestes passa a un 54,4% i en el cas del gènere femení a un 45,6%.

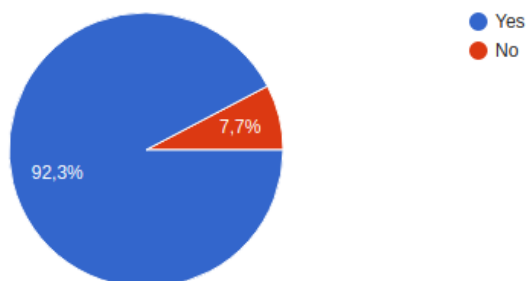
3. Possessió d'un telèfon intel·ligent: en l'actualitat la major part de la població disposa de telèfon intel·ligent però encara hi ha gent que no, per això i també a causa de la pregunta conseqüent a respondre afirmativament a aquesta, és a dir, saber-ne el tipus de sistema operatiu s'ha realitzat aquesta qüestió.



Il·lustració 26. Gràfica sobre si els usuaris disposen d'un telèfon intel·ligent en català.



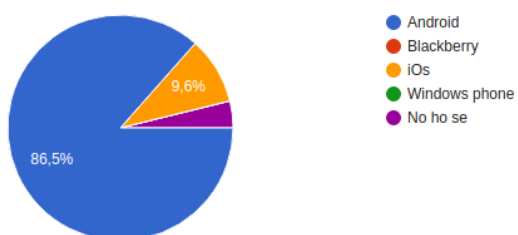
Il·lustració 27. Gràfica sobre si els usuaris disposen d'un telèfon intel·ligent en castellà.



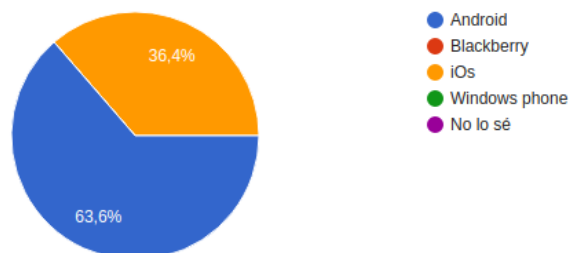
Il·lustració 28. Gràfica sobre si els usuaris disposen d'un telèfon intel·ligent en anglès.

Tant sols un 2% i escaig dels enquestats no disposa de dispositiu mòbil, un nombre molt petit que no afecta en absolut amb la consolidació de l'aplicació en el mercat.

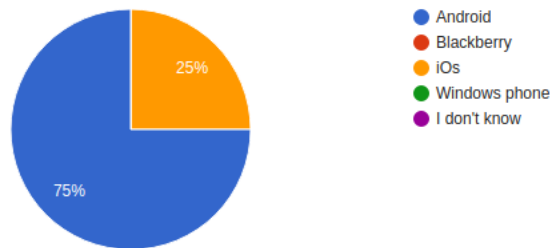
4. Sistema operatiu: s'han tingut els principals sistemes operatius del mercat, com també alguns de secundaris que van deixar d'actualitzar fa uns anys però per si es donava la possibilitat que algú encara l'utilitzés en l'actualitat.



Il·lustració 29. Gràfica la pregunta sobre el gènere dels usuaris de l'enquesta en català.



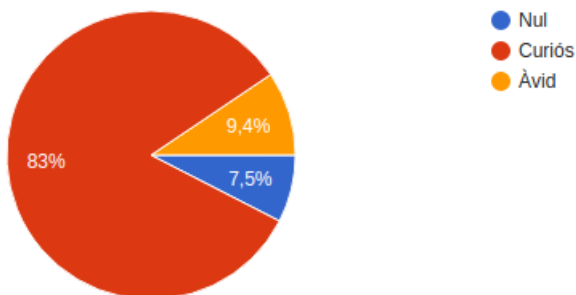
Il·lustració 30. Gràfica de la pregunta sobre el gènere dels usuaris de l'enquesta en castellà.



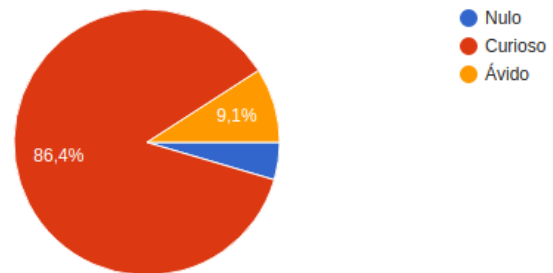
II-lustració 31. Gràfica sobre el sistema operatiu de l'enquesta en anglès.

Els únics sistemes operatius seleccionats per a aquesta pregunta han estat *iOS* i *Android*. A excepció d'un parell d'usuaris, un 2,27% dels que tenen dispositius mòbils, no saben quin sistema operatiu tenen, la resta es reparteix entre amb un 18,18% els usuaris d'*iOs* i la resta, un 79,54% són usuaris d'*Android*.

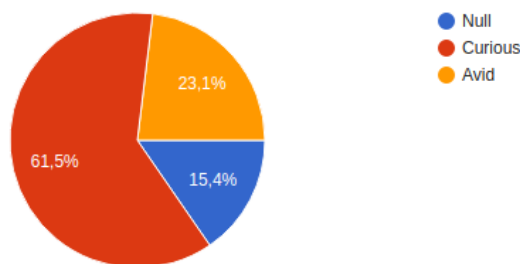
5. Interès en el reconeixement d'objectes utilitzant la càmera del mòbil: s'ha volgut realitzar una pregunta genèrica sobre la detecció d'objectes mitjançant un dispositiu mòbil per saber-ne l'interès dels usuaris sense profunditzar de quin tipus d'aplicació es tracta.



II-lustració 32. Gràfica sobre l'interès els usuaris en una aplicació que detecta objectes de l'enquesta en català.



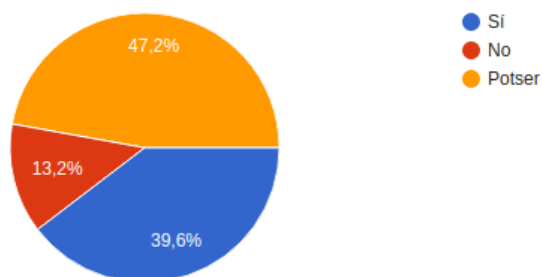
II-lustració 33. Gràfica sobre l'interès els usuaris en una aplicació que detecta objectes de l'enquesta en castellà.



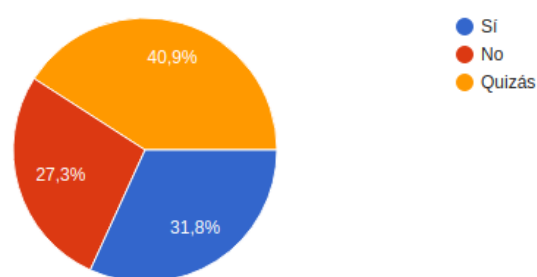
II-lustració 34. Gràfica sobre l'interès els usuaris en una aplicació que detecta objectes de l'enquesta en anglès.

A la gran majoria dels usuaris enquestats els resulta curiosa una aplicació d'aquest tipus, exactament un 81,11%. Per altra banda hi ha un 8,88% dels enquestats que tenen molt interès en aquest tipus d'aplicacions i un 10% que ni hi té cap interès. Es podria dir que el 90% dels usuaris enquestats està interessat en una aplicació de reconeixement d'objectes.

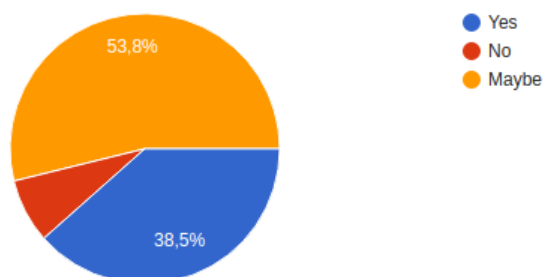
6. Aplicació de reconeixement de monedes: s'ha especificat als usuaris si els seria d'interès disposar d'una aplicació on es pogués reconèixer monedes.



Il·lustració 35. Gràfica sobre una aplicació de reconeixement de monedes de l'enquesta en català.



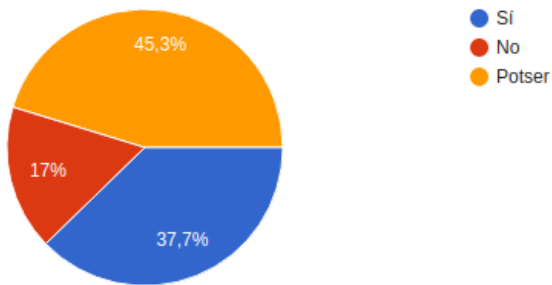
Il·lustració 36. Gràfica sobre una aplicació de reconeixement de monedes de l'enquesta en castellà.



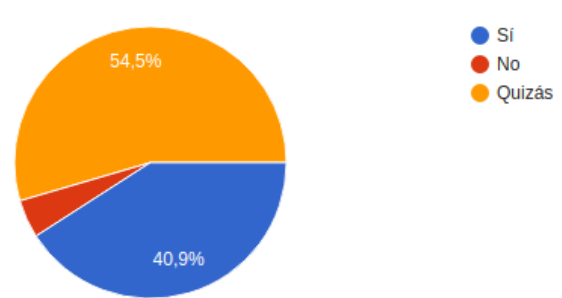
Il·lustració 37. Gràfica sobre una aplicació de reconeixement de monedes de l'enquesta en anglès.

El 16,66% dels enquestats no els interessa però la resta està interessat ( 36,66% ) o bé potser els interessa (46,66%). Aquestes dades són força bones ja que és un tipus d'aplicació que estigui estesa en el mercat. Això vol dir que aproximadament un 82,32% dels enquestats mostren cert interès en aquest tipus d'aplicació en concret.

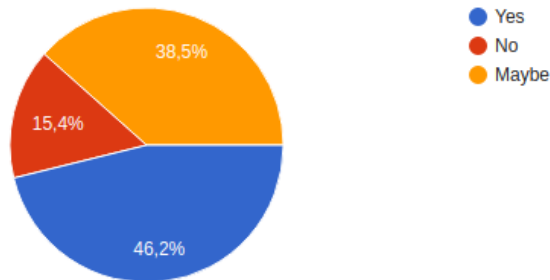
7. Utilitat: continuant amb la pregunta anterior es pregunta als usuaris enquestats si els seria útil un tipus d'aplicació com aquesta.



Il·lustració 38. Gràfica sobre la utilitat d'una aplicació de reconeixement de monedes en l'enquesta en català.



Il·lustració 39. Gràfica sobre la utilitat d'una aplicació de reconeixement de monedes en l'enquesta en català.

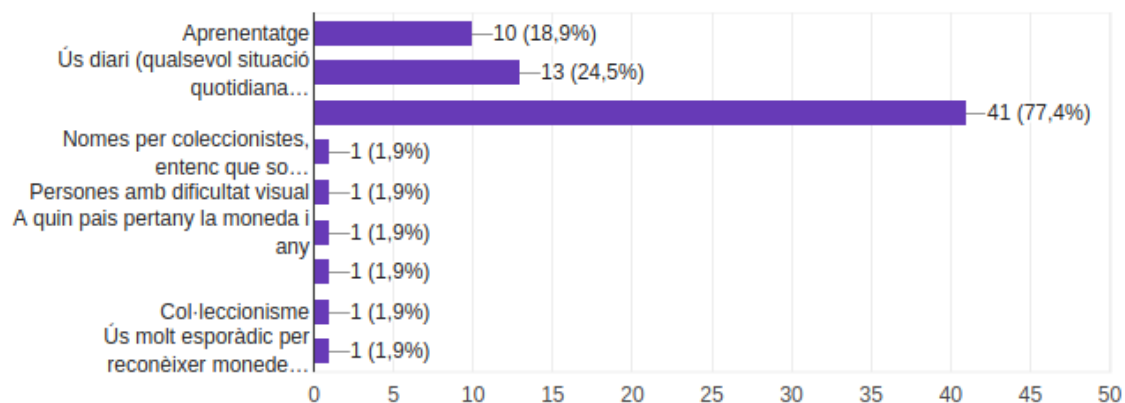


Il·lustració 40. Gràfica sobre la utilitat d'una aplicació de reconeixement de monedes en l'enquesta en català.

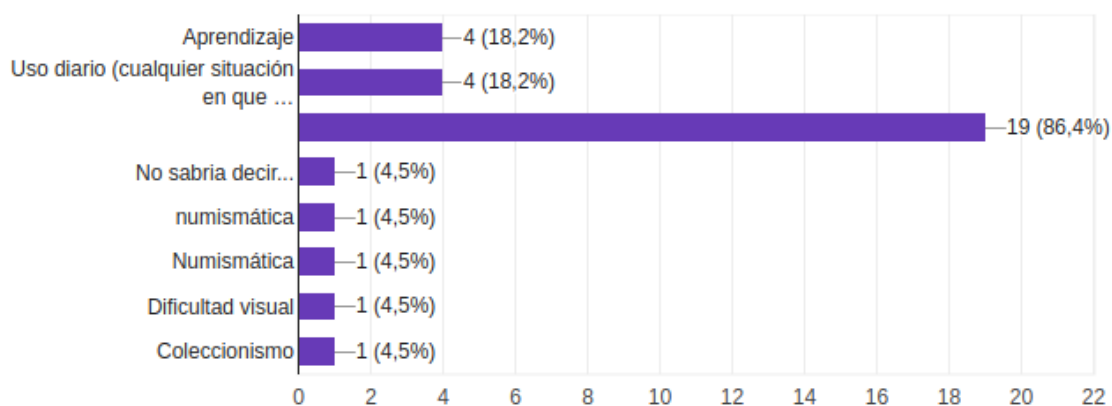
Sense sorpresa els resultats són molt semblants a la pregunta anterior, és a dir, un 38,88% ha respost que sí, un 46,66% ha contestat amb un potser i, finalment, un 18,88% ha optat per a que no seria útil.

8. Sector: el sector en què es pot utilitzar l'aplicació a desenvolupar pot variar molt, per això s'ha realitzat aquesta pregunta als usuaris. En aquest cas s'ha volgut donar opcions a què es pogués seleccionar més d'una resposta i amb l'opció de que l'usuari afegís altres sectors.

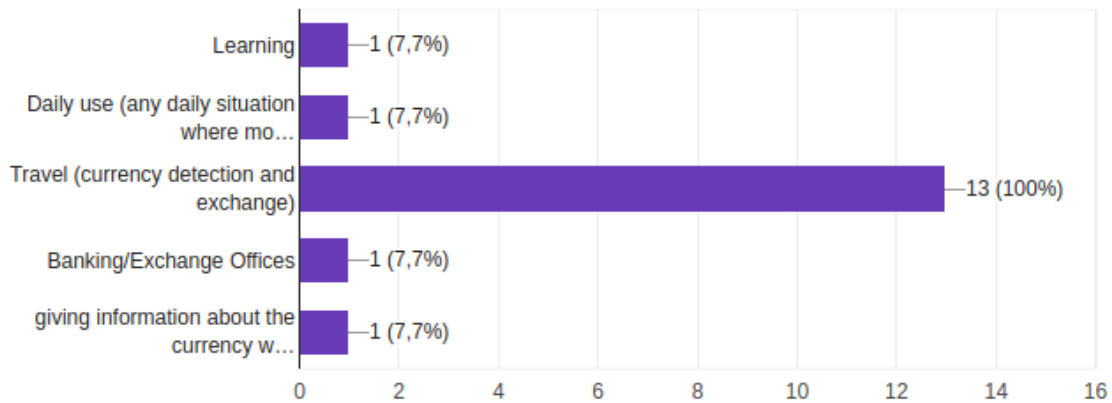




Il·lustració 41. Gràfica sobre el sector de l'enquesta en català.



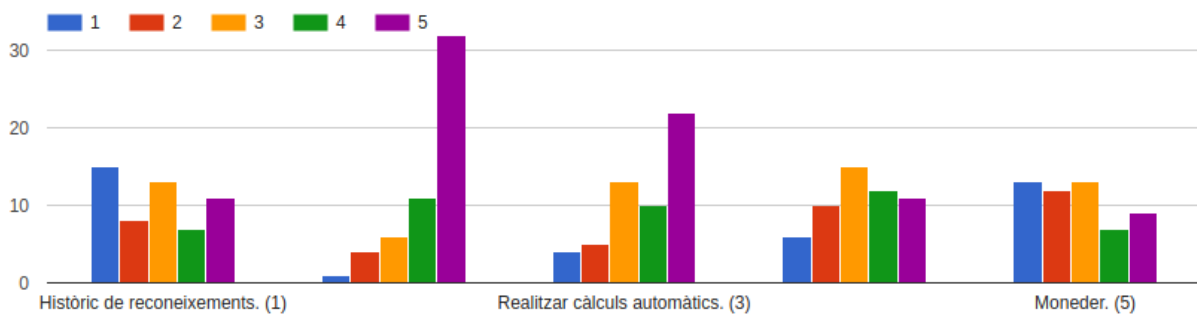
Il·lustració 42. Gràfica sobre el sector de l'enquesta en castell.



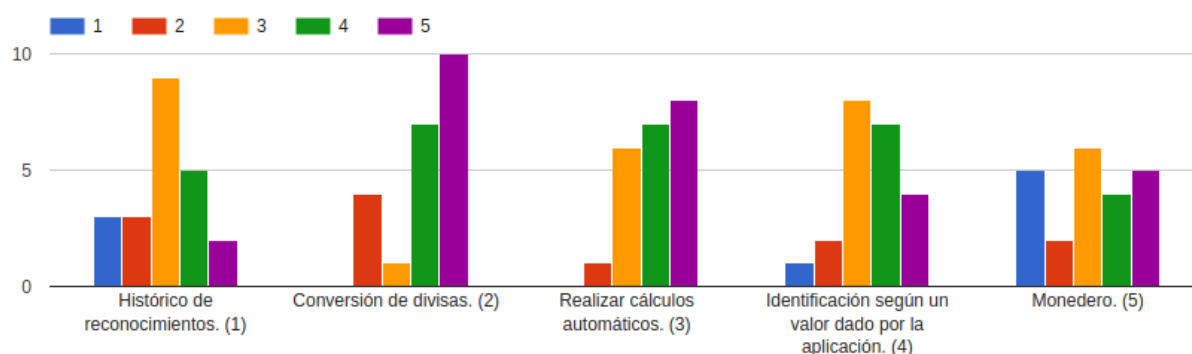
II-lustració 43.Gràfica sobre el sector de l'enquesta en anglès.

Dels tres sectors proposats el que ha estat majoritàriament escollit ha estat el de viatjar. Per altra banda s'ha vist que els usuaris han afegit el camp del col·leccionisme. Així i tot veient els resultats de les tres enquestes el camp que més s'ha seleccionat és el de viatjar, en un 83%, per a detectar-ne la moneda i poder-ne saber el canvi.

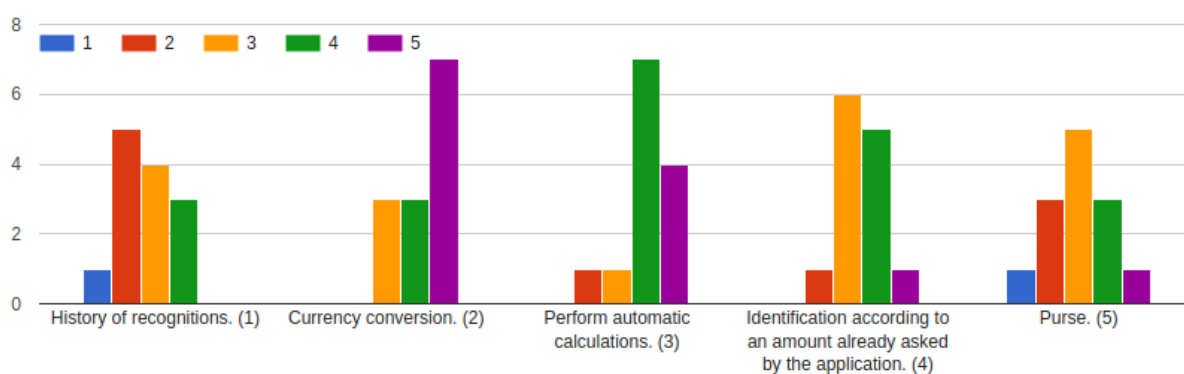
9. Funcionalitats: s'ha donat a escollir un llistat de funcionalitats que en podria disposar una aplicació que detecti monedes. De totes elles n'hi ha que són perfectament complementàries i es poden aplicar simultàniament en una aplicació.



II-lustració 44.Gràfica de la pregunta de funcionalitats de l'enquesta en català.



II-lustració 45.Gràfica de la pregunta de funcionalitats de l'enquesta en castell



II-lustració 46.Gràfica de la pregunta de funcionalitats de l'enquesta en anglès.

Aquí els resultats han estat força variats segons l'idioma de l'enquesta. En destaquen com a funcionalitats escollides com a més interessants:

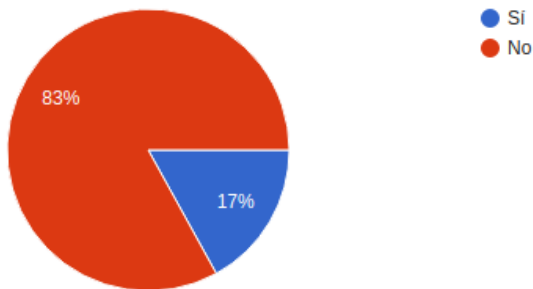
- Conversió de divises. (2)
- Realitzar càlculs automàtics. (3)

Seguides i molt igualades en puntuació les funcionalitats:

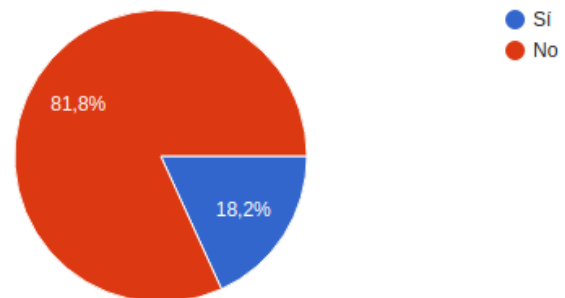
- Identificació segons un valor ja donat per l'aplicació. (4)
- Històric de reconeixements (1).
- Moneder (5).

Es veu clarament que les opcions més interessants estan directament relacionades amb el sector (viatges) que s'ha escollit en la pregunta anterior.

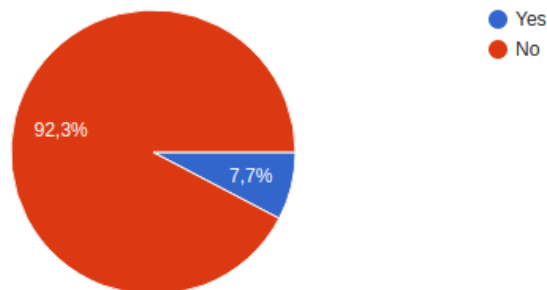
10 – 11: Funcionalitats afegides: s'ha donat la opció d'afegir, en el cas que els usuaris volguessin, afegir-hi alguna funcionalitat mes.



Il·lustració 47. Gràfica sobre si els usuaris volen afegir més funcionalitats en l'enquesta en català.



Il·lustració 48. Gràfica sobre si els usuaris volen afegir més funcionalitats en l'enquesta en castellà.



Il·lustració 49. Gràfica sobre si els usuaris volen afegir més funcionalitats en l'enquesta en anglès.

El 84,45% dels enquestats no ha volgut afegir cap mes funcionalitats, però un 15,55% si que ho ha fet i aquestes han estat les respostes.

Funcionalitats afegides en l'enquesta en català:

- Reconeixement de monedes fora de curs legal.
- Un cop detectada una moneda, l'app reproduís en veu el seu valor. Funcionalitat per a discapacitats.
- Detectar si és falsa o no, valor de mercat de la moneda, valor real pel col·leccionista.
- Reconeixement de monedes antigues.
- Un enllaç a la *Wikipedia* o algun lloc amb informació curiosa / històrica sobre aquella divisa en concret.  
Un llistat ràpid i visual de canvi, per exemple 10\$ → 8,3€, 50\$ ..., per tenir una referència ràpida intuïtiva. Inclòs potser en comparació amb el preu de les coses 'bàsiques' per comparar, com barra de pa, cafè, quinto, nit d'hotel, cotxe, casa, ...).

- *Backtracking*. A partir d'una quantitat donada, que pugui mostrar per pantalla varies combinacions de monedes que la sumin.
- Enviament per *whatsapp* d'una foto a un amic per si les col·lecciona.
- Consulta de monedes (per preparar el viatge).
- Històric de monedes, puntuació de monedes, agrupar les monedes en col·leccions, característiques de les monedes.

Funcionalitats afegides en l'enquesta en castellà:

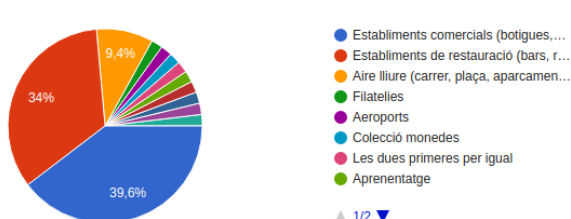
- 'Numismática: valor moneda en coleccionismo. Historia monedas.'
- 'Colección de monedas.'
- 'Con una foto, detectar de qué país pertenece la moneda y qué valor tiene en euros.'
- 'Coleccionismo.'

Funcionalitats afegides en l'enquesta en anglès:

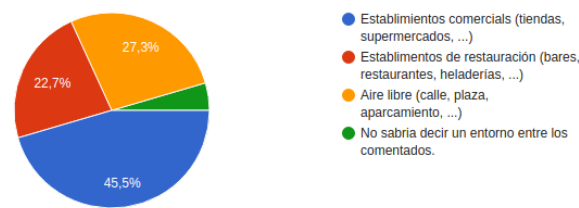
- 'In case the App is used for learning purpose, I would add a brief info about the origin of the money.'

Moltes de les funcionalitats proposades estan directament relacionades amb la numismàtica o col·lecció de monedes. Però s'han donat un parell de funcionalitats que no s'han tingut en compte que es podrien aplicar en el sector més votat 'viatges'. Aquestes són el *backtracking* i el llistat visual i ràpid de comparació de preus.

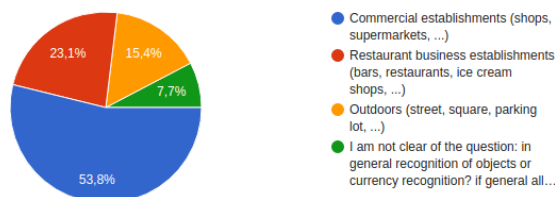
12. Entorn: en aquesta pregunta es vol saber quin entorns els usuaris l'utilitzarien mes, donant-los-hi la opció d'afegir-ne mes.



II-lustració 50. Gràfica la pregunta sobre l'entorn de l'enquesta en català.



II-lustració 51. Gràfica la pregunta sobre l'entorn de l'enquesta en castellà.



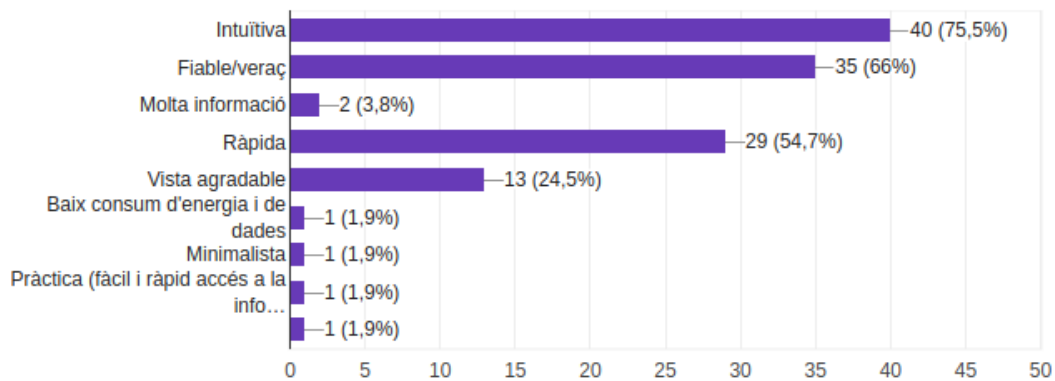
II-lustració 52. Gràfica la pregunta sobre

**l'entorn de l'enquesta en anglès.**

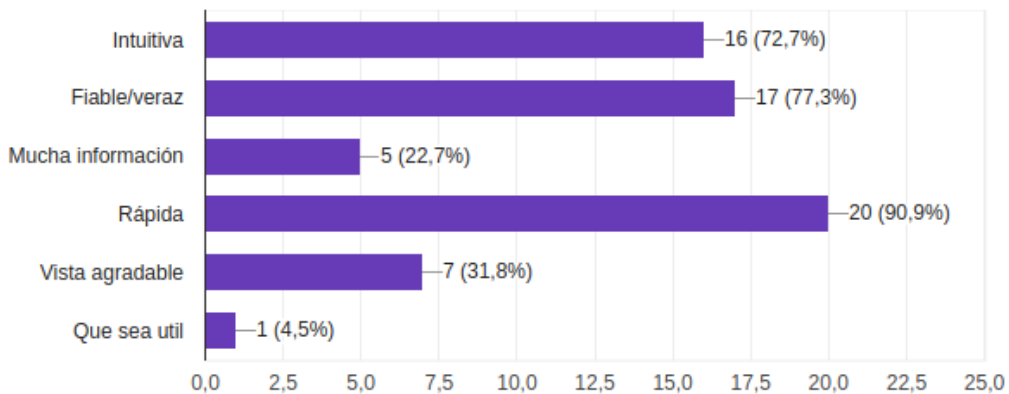
En aquest cas els usuaris han afegit pocs entorns nous, ja que a la resposta lliure han preferit comentar, entre altres, que tots els entorns proposats estaven bé o be cap o be només dos dels 3, per tant s'obviarà la resposta lliure que tant sols és el 12,2% de l'estadística i l'anàlisi es centrarà en els proposats.

El 43,3% dels enquestats creu que en faria ús en comerços, just darrera d'aquesta opció amb un 30% hi ha establiments de restauració i finalment amb un 14,4% a l'aire lliure. En el 73,3% dels casos es farà ús de l'aplicació en llocs interiors.

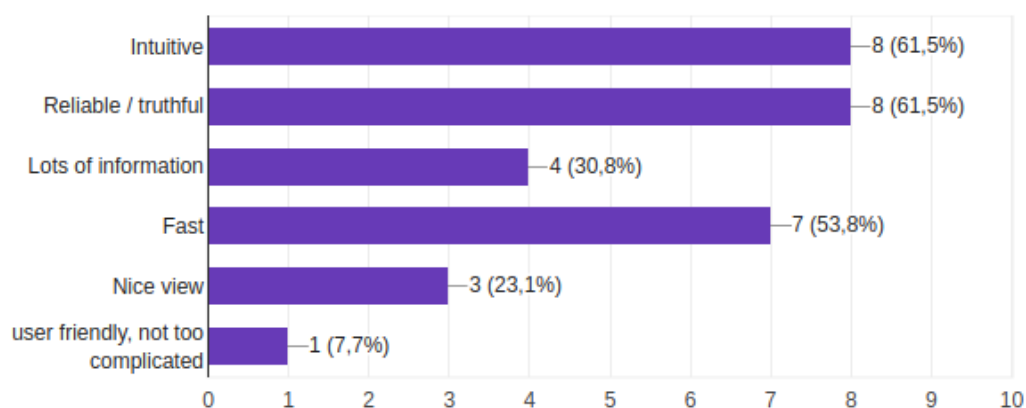
13. Preferències en aplicacions mòbils: finalment l'última pregunta s'ha volgut centrar en quines característiques són les mes desitjades pels usuaris en una aplicació.



**II·lustració 53.Gràfica sobre característiques preferides dels usuaris en una aplicació en català.**



**II·lustració 54.Gràfica sobre característiques preferides dels usuaris en una aplicació en castellà.**



II-lustració 55.Gràfica sobre característiques preferides dels usuaris en una aplicació en anglès.

A continuació es mostra una taula amb l'ordre i el percentatge de les respostes dels usuaris segons les seves preferències:

Característica	Percentatge (%)
Intuïtiva	69,56
Fiable / Veraç	68,10
Ràpida	65,80
Molta informació	19,03
Vista agradable	16,20
<b>Funcionalitats afegides a l'enquesta en català</b>	
Baix consum d'energia i de dades	1,11
Minimalista	1,11
Pràctica (fàcil i ràpid accés a la informació)	1,11
Primerament visual i molta informació	1,11
Eficient en ús de memòria. Mida petita	1,11
<b>Funcionalitats afegides a l'enquesta en castellà</b>	
'Que sea útil'	1,11
<b>Funcionalitats afegides a l'enquesta en anglès</b>	
'User friendly, no too complicated'	1,11

Taula 7: Característiques ordenades per preferència.

Els usuaris prioritzen les aplicacions que són intuïtives, fiable / veraç i ràpides en front molta informació o que tinguin una vista agradable. Les funcionalitats afegides pels usuaris estan molt relacionades amb les característiques intuïtiva i fiable / veraç. La funcionalitat que es troba interessant són les relacionades amb la bateria: baix consum d'energia i de dades i eficient ús de memòria, mida petita.

### 2.2.2.3 Conclusions

De l'enquesta se n'han extret les següents conclusions a partir de les dades analitzades en l'apartat anterior. Aquestes dades ajudaran a definir cap a on dirigir el context d'ús i les funcionalitats principals com també les característiques principals que ha d'oferir l'aplicació:

- El rang d'edats d'usuaris que ronda és entre 30 i 39 anys.
- El gènere és indiferent, aquí el que interessa és que l'individu senti interès i coneixements mínims per a saber utilitzar la tecnologia dels dispositius mòbils i fer-ne ús per a reconèixer monedes automàticament.
- El 98% dels usuaris enquestats disposa d'un telèfon mòbil intel·ligent. D'aquest 98% que disposa d'*smartphone* té instal·lat el sistema operatiu *Android* en un 79,54% . Aquest resultat és un bon indicador ja que l'aplicació es vol realitzar nativa per a *Android*.
- L'interès dels usuaris en les aplicacions per a reconèixer objectes utilitzant fent ús de la càmera del mòbil ha estat positiu. Quasi el 90% tenen un interès àvid o curios. I quan es pregunta per una aplicació específica per a l'ús de reconeixement de monedes els resultats són semblants, és a dir, un 82,32% dels enquestats té curiositat o força interès en una aplicació d'aquest tipus. Finalment, la pregunta que tanca aquest apartat és si els hi seria útil una aplicació d'aquest tipus les dades obtingudes on un 38,88% ha respost que sí, un 46,66% que potser i finalment un 18,88% que no. Aquestes dades mostren que hi ha possibles clients d'aquesta aplicació i per tant un lloc al mercat.
- Viatjar, amb un 83%, ha estat el sector on els usuaris hi veuen més utilitat. On les funcionalitats obtingudes com a preferents són aquestes ordenades segons preferència:
  1. Conversió de divises.
  2. Realitzar càlculs automàtics.
  3. Identificació segons un valor ja donat per l'aplicació.
  4. Històric de reconeixements.
  5. Moneder.
  6. *Backtracking*.
  7. Llistat visual i ràpid de comparació de preus.A l'apartat 3.5 d'anàlisi de tasques s'analitzarà més detingudament aquestes preferències.
- L'entorn on els usuaris creuen que faran més ús de l'aplicació és en llocs interiors amb un 73,3%, on el 43,3% és en establiments comercials i un 30% en establiments de restauració.
- Finalment els enquestats prefereixen una aplicació mòbil que sigui principalment intuïtiva, fiable / veraç i ràpida en aquest ordre.



### 2.2.3 Necessitats i objectius

Les principals necessitats que s'han de cobrir pels usuaris que faran ús de l'aplicació, extretes tant del context d'ús, l'estudi de mercat i les enquestes, són:

- Aplicació fàcil d'utilitzar, és a dir, intuïtiva, fiable i ràpida en la detecció de diners en efectiu.
- La detecció de monedes ha de ser el màxim efectiva amb un poc percentatge d'error i adaptar-se a qualsevol entorn però sobretot en espais interiors poc il·luminats.
- Ser accessible al màxim d'usuaris tenint en compte les seves discapacitats.

Els objectius dels usuaris són:

- Disposar d'una aplicació mòbil en la que es pugui detectar simultàniament diners en efectiu, majoritàriament en llocs públics quan viatgen.
- Un cop feta la detecció l'usuari ha de poder saber-ne la conversió a la seva divisa, realitzar-ne càlculs automàtics i tenir l'opció de guardar-ne un històric de deteccions.

### 2.2.4 Definició de perfils

Amb els resultats obtinguts dels mètodes d'indagació en els apartats anteriors s'ha agrupat els usuaris segons les seves característiques generals per a arribar a la definició d'un únic perfil, aquest perfil arquetip serà:

- L'edat segons les enquestes roman entre els 30 i 39 anys però qualsevol persona amb edat de fer ús de diners en efectiu en pot fer ús.
- El gènere no importa ja que en aquest cas no afecta aquesta distinció.
- Disposa d'un nivell d'estudis mínim per tal de que sàpiguin llegir.
- Hagin de viatjar sovint o bé estar en un país amb una divisa diferent durant una temporada.
- No hi ha cap professió que sigui característica per aquest tipus d'aplicació.
- Disposar d'un dispositiu mòbil intel·ligent amb sistema operatiu *Android*, amb la mínima experiència en tecnologia mòbil per tal de poder baixar, instal·lar l'aplicació i posteriorment utilitzar-la.

L'usuari pot ser qualsevol persona que hagi de viatjar i que disposi d'un telèfon intel·ligent i tingui els coneixements mínims per tal de baixar-se i instal·lar-se l'aplicació. El que si ha tenir instal·lat un sistema operatiu *Android*.

### 2.2.5 Anàlisi de tasques

De totes les funcionalitats recollides tant en els productes competidors com en els resultats de les enquestes n'han quedat aquest llistat pel tipus d'aplicació que es vol realitzar. Aquestes estan ordenades per ordre de prioritat:

- Conversió de divises.
- Realitzar càlculs automàtics:
  - Donat  $x$  persones i  $x$  monedes, el sistema ha de saber com repartir-les equitativament dins les possibilitats que ofereixen aquestes.
  - Donat un import previ, calcular-ne l'import mínim superior total i quines monedes s'han d'utilitzar.
  - *Backtracking*: a partir d'una quantitat donada, que pugui mostrar per pantalla varies combinacions de monedes que la sumin.
- Històric de reconeixements on es guardarà:
  - Una captura de la quantitat detectada i els càlculs demanats.
  - Amb posició GPS si l'usuari ho desitja.
  - Amb opció d'afegir-hi un nom i comentari.

Al no disposar de molt de temps es realitzaran aquestes tres tasques, s'ha de tenir en compte que la major part de la feina en desenvolupar serà crear la xarxa neuronal per a la detecció de monedes.

### 2.2.6 Conclusions

D'aquest apartat d'usuaris (tot el punt 2.2) s'han aplicat mètodes d'indagació per a definir-ne els següents conceptes:

- El perfil d'usuari: s'ha obtingut un perfil força ampli on només el limita que viatgi i que faci ús d'un dispositiu mòbil amb *Android*.
- Context d'ús: els usuaris que facin ús d'aquest tipus d'aplicació estaran viatjant i tant a l'aire lliure o en interiors quan hagin de manipular diners en efectiu, això significa que seran majoritàriament comerços o locals de restauració, entre altres.
- Tasques principals com ara la conversió de divises, realització de càlculs i històric.
- Llistat de característiques:
  - Identificar monedes.
  - Realitzar càlculs sobre les monedes identificades.
  - Disposar d'un convertidor de divises actualitzat.
  - Guardar els reconeixements si es vol.
  - Aplicació intuïtiva, fiable, ràpida i amb la major accessibilitat possible.
  - Aplicació multi idioma.

## 2.3 Disseny conceptual

En els apartats de context d'ús i usuaris s'ha analitzat i especificat qui són els usuaris objectius i en quin context faran ús de l'aplicació. Dels resultats obtinguts s'agafaran de base per a treballar i desenvolupar la tècnica de personatges, els escenaris d'ús i finalment el flux d'interacció per així obtenir un bon disseny conceptual de *cRoin*.

### 2.3.1 Tècnica de personatges

El disseny de personatges ens ajuda a descriure l'usuari arquetípic i serveix com a guia en el procés de disseny. S'han elaborat 5 personatges dels molts perfils d'usuaris que podrien haver sortit però aquests representen a la majoria:

#### Personatge 1: Estudiant d'Erasmus

“Amb aquest Erasmus no vull perdre el temps com coses quotidianes.”

**Nom:** Drew Sgot.

**Edat:** 20 anys.

**Localització:** *Wishaw* (Escòcia).

**Professió:** Estudiant.



Il·lustració 56. Drew Sgot  
(font [flickr.com](https://www.flickr.com/photos/drewsgot/))

#### Context d'ús

La Drew és una estudiant de segon d'història de l'art i el pròxim gener va d'Erasmus a Itàlia. És una noia decidida i amb moltes ganes d'aprendre i veure món. Li agrada molt visitar monuments i museus i aprofitarà que estarà a Itàlia per a recórrer i visitar el país; però no sap com va el canvi amb de l'euro a la seva moneda (lliures esterlines) i no vol perdre el temps fent càlculs mentals ni utilitzar la calculadora per a saber-ne el preu de les despeses quotidianes.

#### Objectius

- Vol aprofitar el màxim el seu temps lliure per a visitar el país i adaptar-se ràpidament al canvi de moneda.
- Comprar productes d'ús quotidià i convertir-ne el preu a la seva moneda.
- Saber quin canvi ha de tornar quan compri.

#### Comportaments

- Usuària d'un Honor 8 amb sistema operatiu *Android 7.0*.
- Utilitza el dispositiu mòbil a totes hores, tant l'utilitza per a comunicar-se per les xarxes socials, com per buscar informació al navegador. Té experiència en instal·lar i aprendre a utilitzar ràpidament noves aplicacions.

- Vol que la informació sigui fiable.

### Necessitats

- Poder guardar un històric de reconeixements anteriors per a poder portar un control de les despeses a Itàlia.
- Saber de manera ràpida el valor de diners efectiu i poder-lo passar a la moneda del seu país.
- Realitzar càlculs amb els reconeixements obtinguts per a facilitar el dia a dia.

Taula 8: Personatge 1: Estudiant d'Erasmus.

### Personatge 2: *Motxiller empedreït*

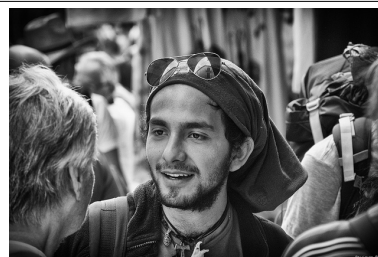
"Mai s'ha de dubtar del poder de la tecnologia"

**Nom:** Joan Garcia.

**Edat:** 35 anys.

**Localització:** Girona.

**Professió:** Informàtic.



Il·lustració 57. Joan Garcia  
(font [flickr.com](https://www.flickr.com/photos/joan_garcia/))

### Context d'ús

En Joan treballa per una petita empresa al parc tecnològic de Girona desenvolupant aplicacions web. Li encanta sortir a córrer quan pot i al tenir una estreta relació amb la tecnologia utilitza moltes aplicacions mòbils que l'ajuden al dia a dia. A l'estiu li encanta viatjar només amb la seva motxilla arreu del món, sense deixar-se el telèfon mòbil. Utilitza el seu dispositiu per a realitzar fotografies, fa ús de tot tipus d'aplicacions que l'ajuden a millorar els seus viatges.

### Objectius

- Reconèixer de manera ràpida i simultània diverses monedes.
- Tenir un històric de llocs on ha anat i que ha gastat.

### Comportaments

- Disposa d'un *Google Pixel 2* a l'última versió d'*Android*.
- El dispositiu mòbil és una extensió del seu cos. Hi utilitza l'agenda, el correu, aplicacions per a guardar el recorregut quan va a córrer, accés al banc, ...
- Li encanta la tecnologia i aprofita per experimentar i provar tot tipus d'aplicacions que l'ajudin al dia a dia.

## Necessitats

- Tenir accés ràpid a l'hora d'identificar diners en metàl·lic.
- No li importa investigar i aprofitar per aprendre detingudament com va l'aplicació per tal de poder utilitzar-la al 100% les opcions que ofereix.
- Tenir un control dels llocs on ha estat i ha pagat en metàl·lic per tenir-ho registrat.

Taula 9: Personatge 2. Motxiller empedreït.

## Personatge 3: Jubilat

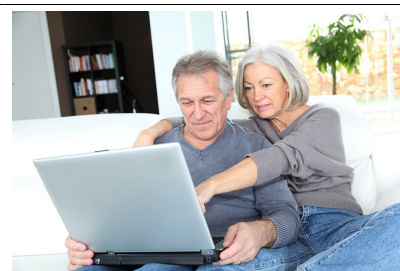
“Des de que he perdut visió la tecnologia supleix aquesta discapacitat”

**Nom:** Lluís Capdevila.

**Edat:** 60 anys.

**Localització:** Barcelona.

**Professió:** Jubilat.



Il·lustració 58. Lluís Capdevila  
(font [flickr.com](https://www.flickr.com))

## Context d'ús

El Lluís s'ha tingut que jubilar abans d'hora per problemes de visió, ha perdut visió en un ull. La seva major dificultat és identificar objectes propers i semblants.

El dia a dia d'en Lluís és força tranquil, anant a buscar els nets a l'escola i portar-los al parc. Caps de setmana d'excursions a Collserola. Li agrada no dependre de ningú, tot i la seva discapacitat visual fa ús del seu dispositiu mòbil per ajudar-se.

## Objectius

- Valdre's per ell mateix fent ús de tecnologia mòbil.
- Poder reconèixer diners en efectiu al dia a dia.
- Afirmar la seva seguretat en ser autosuficient.

## Comportaments

- Usuari d'un *Samsung S8* amb Android 7.0.
- Des de que li van detectar la pèrdua irreversible de la visió en Lluís va espavilar-se a aprendre a utilitzar i adaptar el seu dispositiu mòbil en les seves necessitats especials.
- Exigent amb la qualitat i el funcionament de les aplicacions mòbils.

## Necessitats

- Aplicació accessible per accedir-hi amb l'aplicació *TalkBack* d'*Android*.
- Efectivitat i 0 error de marge a l'hora de reconeixement de monedes.

Taula 10: Personatge 3: Jubilat.

### Personatge 4 : Immigrant

“Vull ajudar a la família en el que calgui”

**Nom:** Ah Chén.

**Edat:** 30 anys.

**Localització:** Lloret de Mar.

**Professió:** Dependenta.



Il·lustració 59. Ah Chén  
(font [flickr.com](https://www.flickr.com/photos/ahchen/))

#### Context d'ús

L'Ah va arribar el mes passat de la Xina per a ajudar a la seva família al negoci que tenen a Lloret de Mar. És una noia que prové d'un petit poble de la Xina més oriental. Arribar a Occident va ser per ella descobrir, literalment, un món nou. Tot just arribar la seva família la va posar a controlar l'estoc com també atendre a caixa del basar que regenten.

#### Objectius

- Poder saber de diners que li dona el client.
- Tornar el canvi en el cas oportú.

#### Comportaments

- L'Ah mai ha disposat d'un telèfon mòbil i necessita fer ús d'aplicacions senzilles. El dispositiu és un *Xiaomi* de gamma mitja que té un sistema operatiu *Android*.

#### Necessitats

- Identificar les monedes i quin tipus són per aprendre'n ràpid.
- Poder retornar el canvi i que l'aplicació l'indiqui quines monedes retornar.

Taula 11: Personatge 4: Immigrant.

### 2.3.2 Escenaris d'ús

Els escenaris d'ús plantejats, són descripcions d'un personatge, ja descrit en l'apartat anterior, en situacions en que farien ús de *cRoin* amb uns objectius específics.

#### Escenari 1: Conversió de divises.

Personatge	Drew Sgot
Context	La Drew va arribar fa dos dies a Itàlia i ha anat al supermercat a comprar-se el sopar. La quantitat ha pagar ha estat de 5,85€ i ella vol saber si els diners que ha de donar és la quantitat justa i quina seria la conversió a Lliures esterlines.
Objectiu	Conèixer la quantitat de diners que es vol donar a la caixa i el seu valor en lliures esterlines.
Tasques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar la quantitat donada.</li> <li>Saber-ne la conversió a lliures.</li> </ul>
Necessitats d'informació	Saber com configurar la divisa a convertir i identificar els diners en efectiu.
Funcionalitats	<ul style="list-style-type: none"> <li>Configurar la divisa a convertir per defecte.</li> <li>Reconèixer amb la càmera diners en efectiu.</li> </ul>
Desenvolupament de tasques	<ol style="list-style-type: none"> <li>Iniciar l'aplicació.</li> <li>Anar a configuració.</li> <li>Seleccionar l'apartat divisa i seleccionar la desitjada.</li> <li>Anar a la pantalla inicial.</li> <li>Seleccionar el botó flotant per a iniciar la identificació.</li> <li>Enfocar els diners en metàl·lic i visualitzar-ne la quantitat i la conversió a la divisa seleccionada.</li> </ol>

Taula 12: Identificació i conversió de divises in situ.

#### Escenari 2: Consulta de l'històric de reconeixements.

Personatge	Joan Garcia
Context	En Joan està estirat a la llitera de l'alberg abans d'anar a dormir. Vol revisar els llocs que ha tingut que ha reconegut monedes i posteriorment ha guardat. El seu objecte és portar un control de les despeses fetes amb els diners en metàl·lic de que disposa, afegir-hi comentaris com també saber-ne la localització exacta de l'establiment on ha interactuat.
Objectiu	Portar un control de l'efectiu que du a sobre Joan.
Tasques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar l'històric de reconeixements.</li> <li>Realitzar-ne modificacions si s'escau.</li> </ul>
Necessitats d'informació	Arribar a accedir a l'històric, seleccionar un registre, visualitzar-lo i saber editar-lo.
Funcionalitats	<ul style="list-style-type: none"> <li>Accedir a l'històric.</li> <li>Seleccionar registre.</li> <li>Editar el registre si s'escau.</li> </ul>
Desenvolupament de tasques	<ol style="list-style-type: none"> <li>Iniciar l'aplicació.</li> <li>L'històric es troba a la pantalla inicial.</li> <li>Seleccionar registre desitjat.</li> <li>Seleccionar botó d'edició del registre.</li> <li>Modificar les dades desitjades.</li> </ol>

Taula 13: Consulta de l'històric de reconeixements.

**Escenari 3: Identificar monedes *in situ*.**

Personatge	Lluís Capdevila
Context	És diumenge al matí i Joan ha anat al bar de la cantonada a llegir el diari i a fer un cafè. No sap quant d'efectiu porta a sobre i vol pagar just al cambrer.
Objectiu	Identificar valor de monedes al moment.
Tasques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar el valor de les monedes per a obtenir el preu just.</li> </ul>
Necessitats d'informació	Visualitzar en pantalla el valor en efectiu a l'instant.
Funcionalitats	<ul style="list-style-type: none"> <li>Accedir a la pantalla de reconeixement.</li> <li>Identificar el valor.</li> </ul>
Desenvolupament de tasques	<ol style="list-style-type: none"> <li>Iniciar l'aplicació.</li> <li>Seleccionar el botó flotant per a iniciar la identificació.</li> <li>Enfocar els diners en metàl·lic i visualitzar-ne la quantitat.</li> </ol>

Taula 14: Identificar monedes *in situ*.**Escenari 4: Realitzar càlculs.**

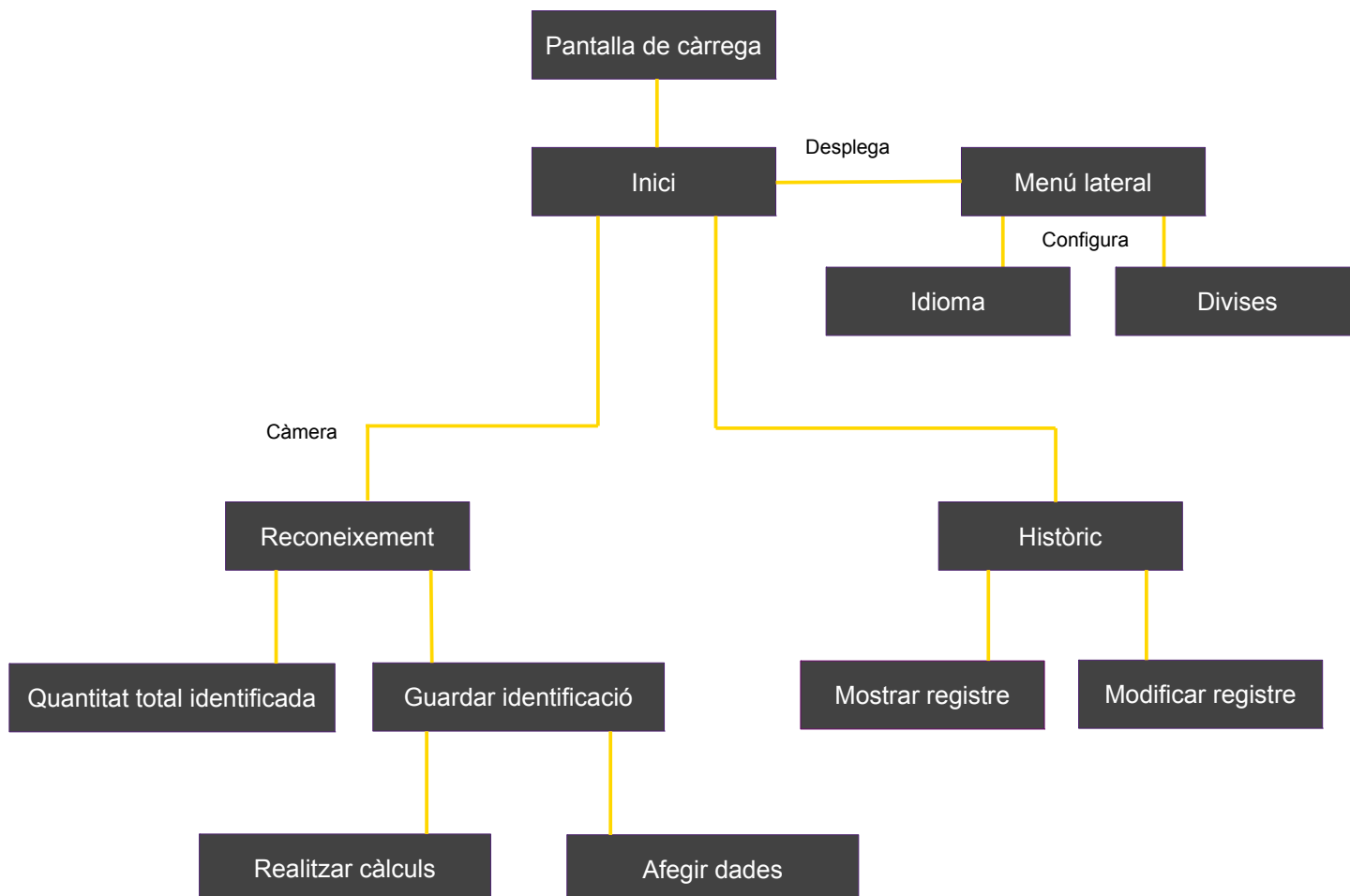
Personatge	Ah Chén
Context	Ah està treballant i l'han deixat sola a la botiga. Ha d'atendre un client a caixa. Passa els productes pel lector de codis. Per pantalla en surt la quantitat. Un cop el client li dona els diners Ah ha de poder saber si la quantitat és just o superior i en aquest últim cas quin canvi tornar.
Objectiu	Identificar i tornar el canvi.
Tasques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar el valor de les monedes del client.</li> <li>Saber si s'ha de tornar canvi, és just o falten diners.</li> </ul>
Necessitats d'informació	Identificar el valor i realitzar-ne càlculs posteriors.
Funcionalitats	<ul style="list-style-type: none"> <li>Accedir a la pantalla de reconeixement.</li> <li>Guardar el resultat.</li> <li>Afegir-hi el preu dels productes.</li> <li>Saber si els diners són justos o no.</li> <li>Tornar el canvi si s'escau.</li> </ul>
Desenvolupament de tasques	<ol style="list-style-type: none"> <li>Iniciar l'aplicació.</li> <li>Seleccionar el botó flotant per a iniciar la identificació.</li> <li>Enfocar els diners donats pel client.</li> <li>Guardar el reconeixement.</li> <li>Un cop s'ha guardat s'obra automàticament la pantalla d'edició.</li> <li>Anar a la opció d'introduir quantitat.</li> <li>Acceptar quantitat.</li> <li>Veure resultats per pantalla.</li> </ol>

Taula 15: Realitzar càlculs.



### 2.3.3 Flux d'interacció

El diagrama de fluxos representat a continuació mostra els camins que poden seguir els usuaris per a interactuar amb l'aplicació. S'ha indicat la informació bàsica com també les accions bàsiques (s'especificarà al prototipus més detingudament que contindrà exactament cada pantalla).



Il·lustració 60. Diagrama de flux d'interacció

### 2.3.4 Conclusions

En aquesta primera part de la fase de disseny s'han generat uns personatges, mitjançant la tècnica de personatges, per a aprofundir amb els escenaris d'ús. Amb tota aquesta informació juntament amb l'anàlisi anterior s'ha elaborat un diagrama de flux d'interacció el qual mostra la millor manera que pot l'usuari interactuar amb l'aplicació obtenint els millors resultats.

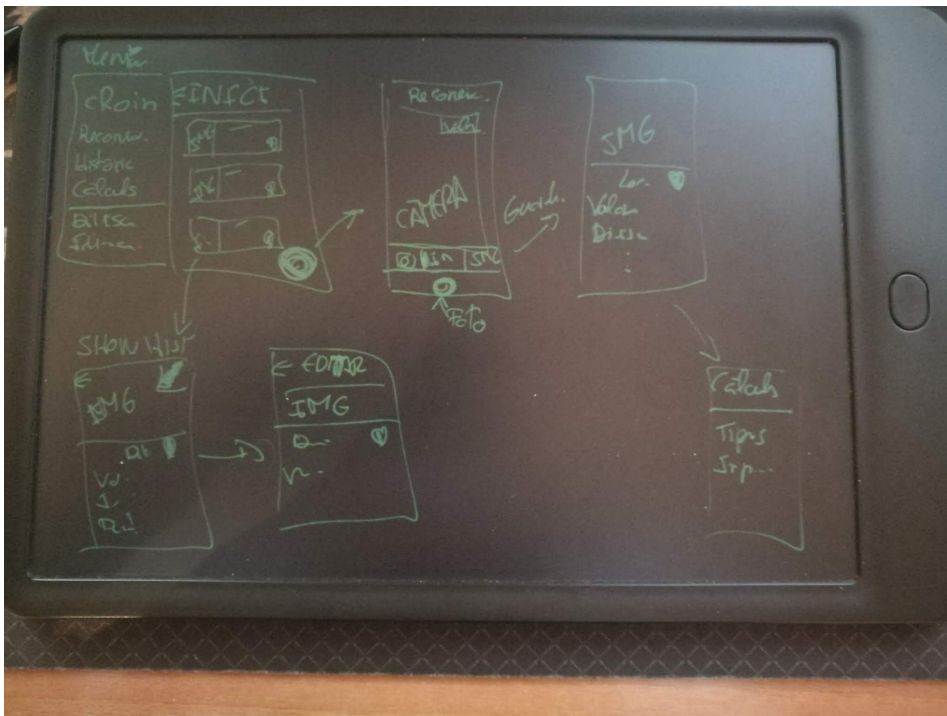
S'ha procurat fer-ho senzill i de manera que es pugui accedir a tots els apartats des de totes les pantalles, així en facilitarà l'ús de l'usuari.

## 2.4 Prototipatge

Un prototipus és el model primitiu o arquetip construït per tal d'experimentar les seves qualitats, característiques, és a dir, una representació de l'aplicació com a resultat de les decisions de disseny obtingudes dels apartats anteriors.

El prototipatge s'ha realitzat en tres fases:

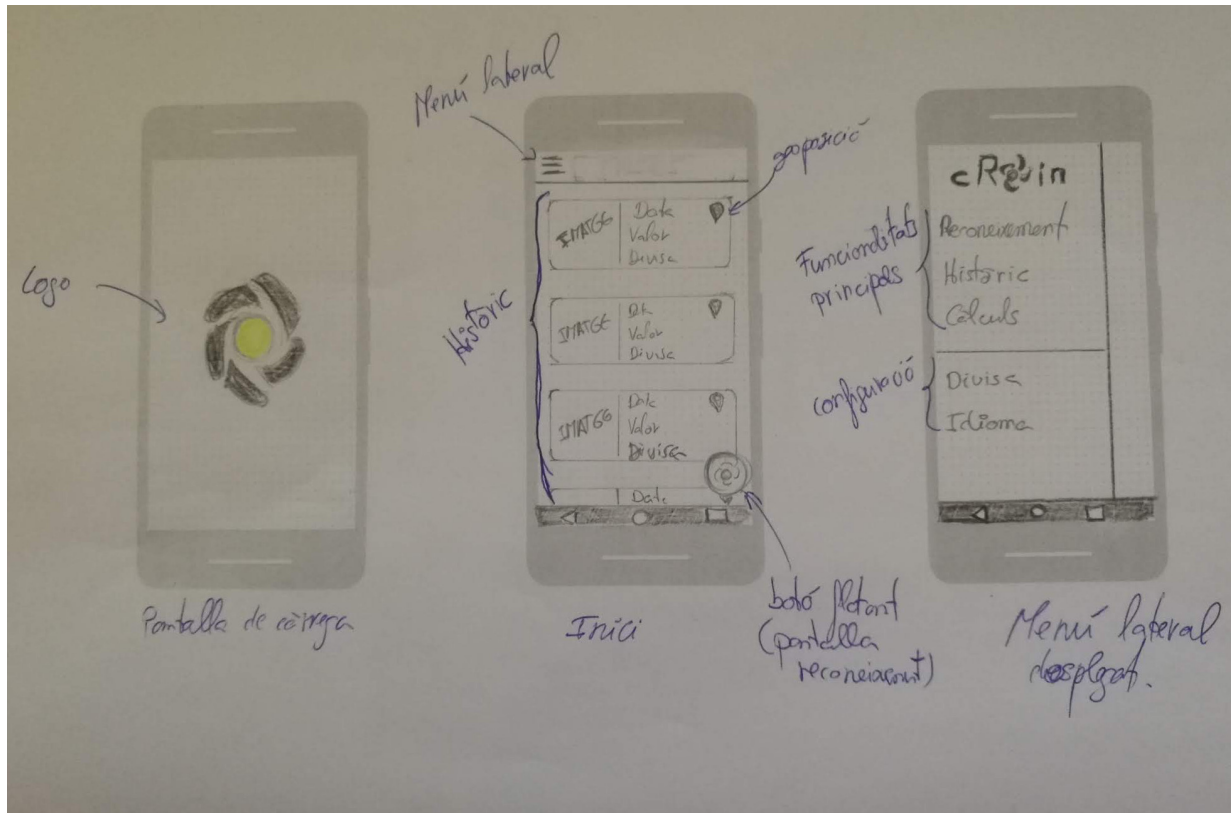
1. Primeres idees: per tal de començar a idear com seria l'aplicació s'ha realitzat un esquema en una pissarra. D'aquesta manera es pot modificar, eliminar i afegir idees que no es tenen presents. Cada sessió ha evolucionat i fins que no s'han tingut les coses clares no s'ha passat a fer els primers *sketches* en paper.
2. *Sketches*: primers esbossos a paper un cop s'han tingut les coses clares, definides a l'apartat següent.
3. Prototipatge horitzontal: el prototipatge elaborat és dinàmic però també s'han inclòs en aquest document, apartat 5.2, les captures de les pantalles.



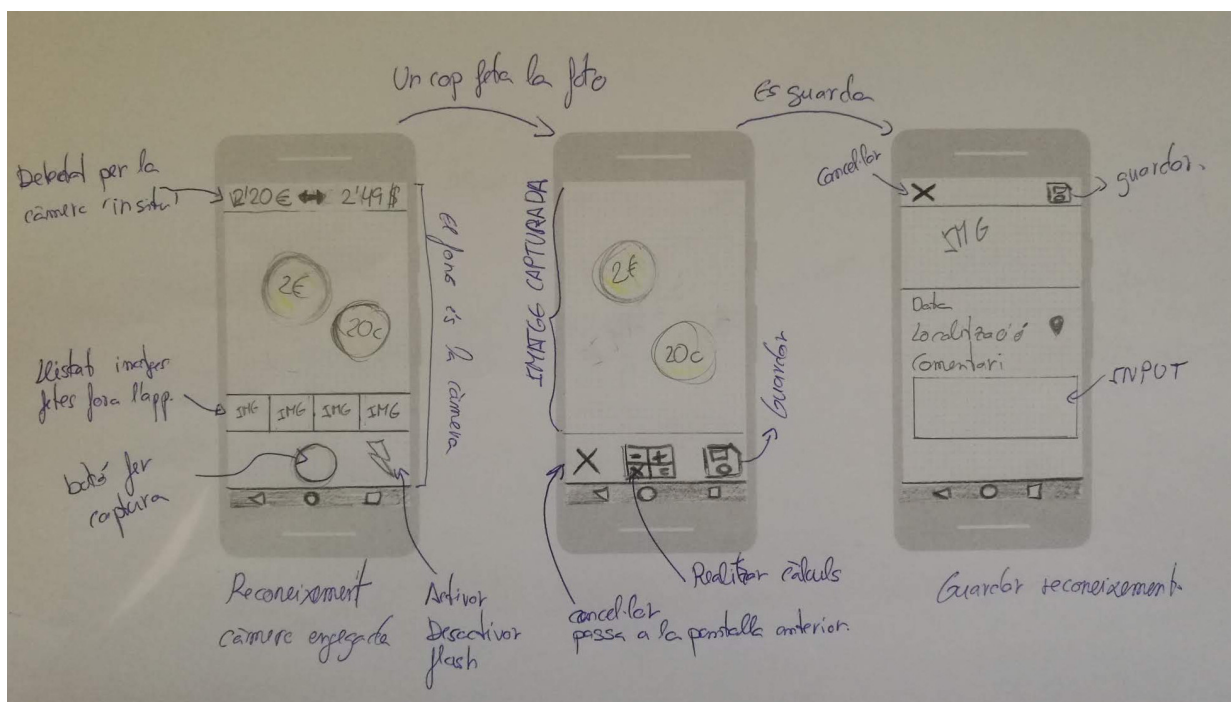
II-lustració 61. Primeres idees.

### 2.4.1 Sketches

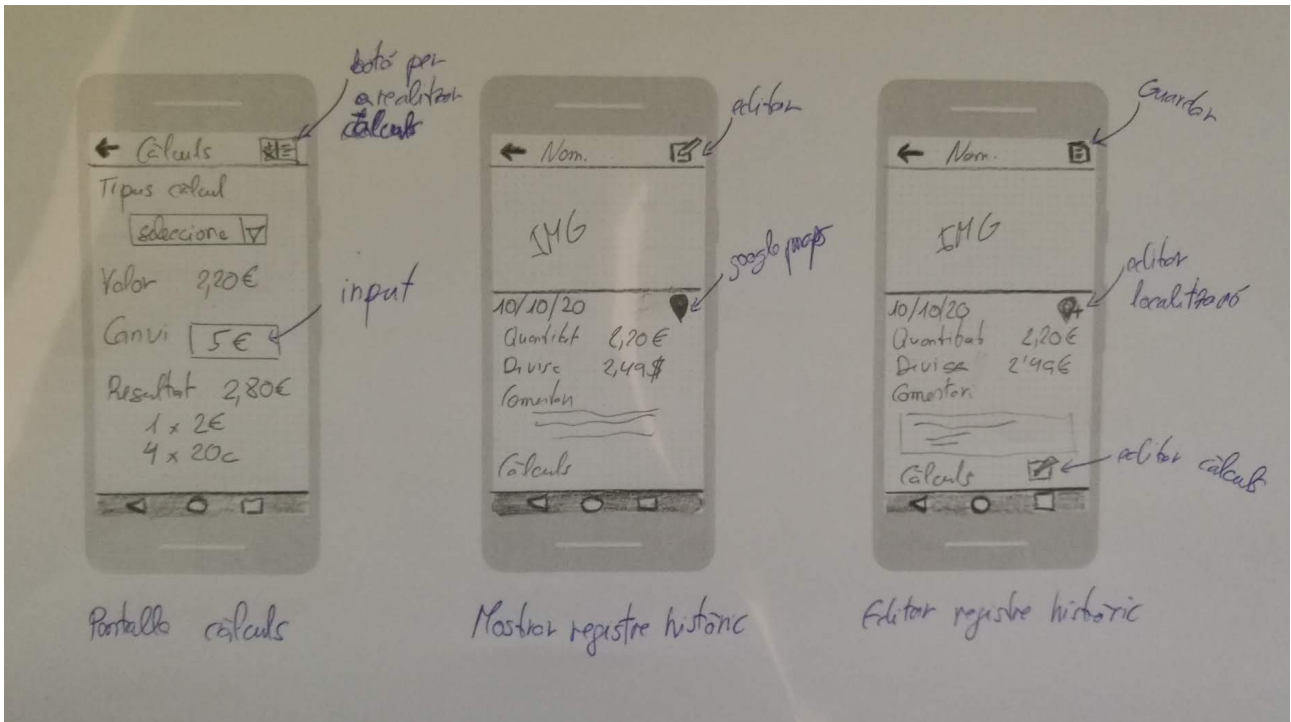
Després de realitzar les primeres idees a la pissarra, s'ha construït un model del sistema que és dissenya a ma alçada.



Il·lustració 62. Sketches de les pantalles de càrrega, inici i menú lateral.



Il·lustració 63. Sketches de la pantalla de reconeixement de monedes, un cop fet poder cancel·lar, realitzar càlculs o guardar.



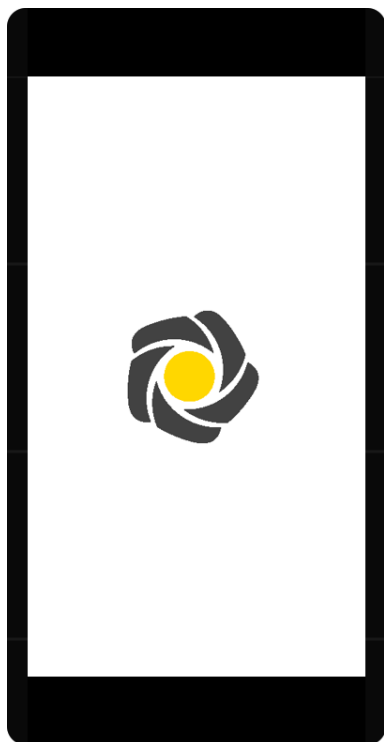
Il·lustració 64. Sketches de la pantalla de càlculs, mostrar registre de l'històric i editar-lo.



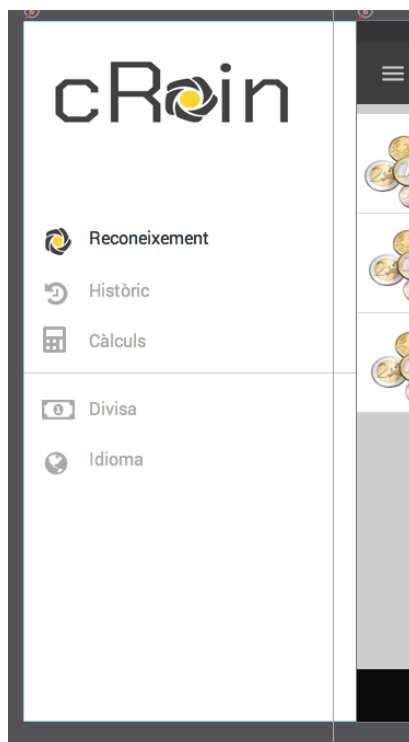
Il·lustració 65. Sketches de les pantalles de configuració de l'idioma i la divisa.

## 2.4.2 Prototipus horitzontals

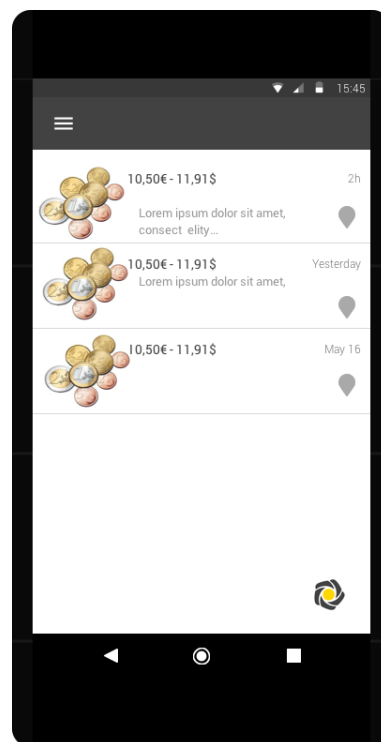
S'ha elaborat un prototipus interactiu, el qual es pot accedir en aquest [enllaç](#). A continuació s'exposen les captures del prototip:



Il·lustració 66. Pantalla de càrrega.



Il·lustració 67. Menú.



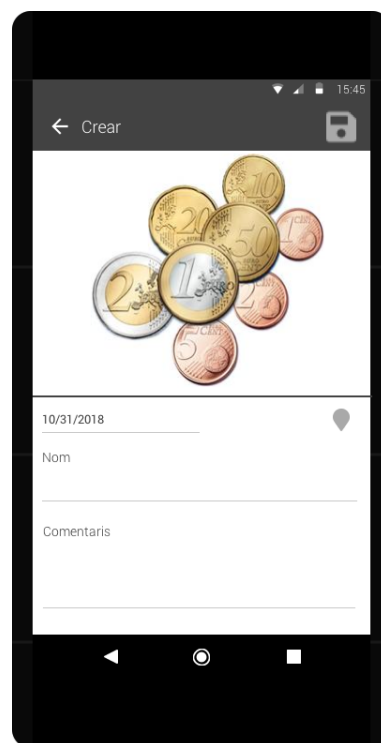
Il·lustració 68. Pantalla inicial.



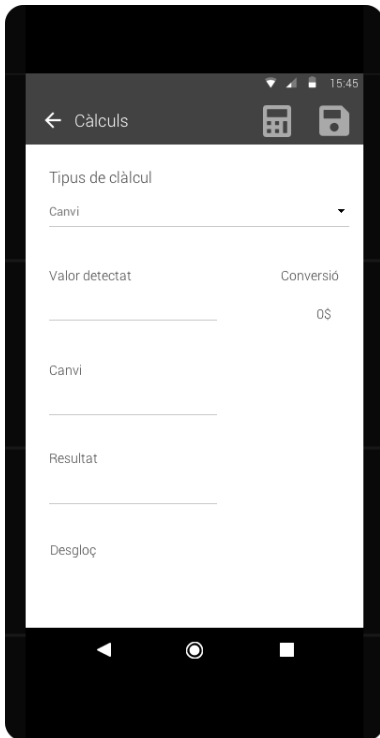
Il·lustració 69. Pantalla de detecció.



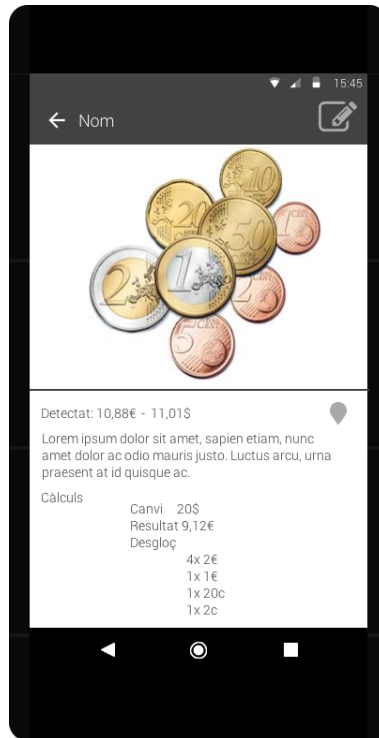
Il·lustració 70. Pantalla captura.



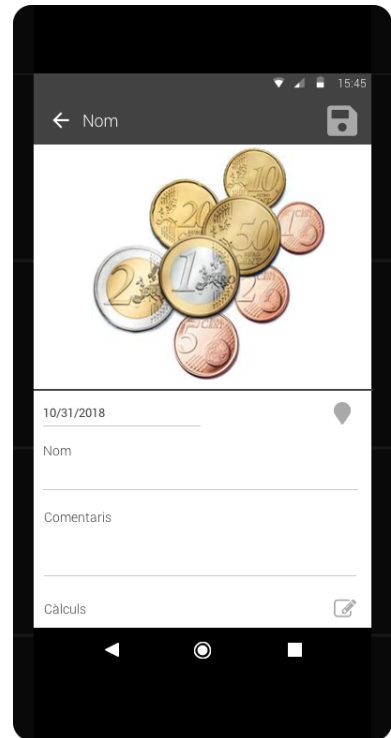
Il·lustració 71. Pantalla de crear registre.



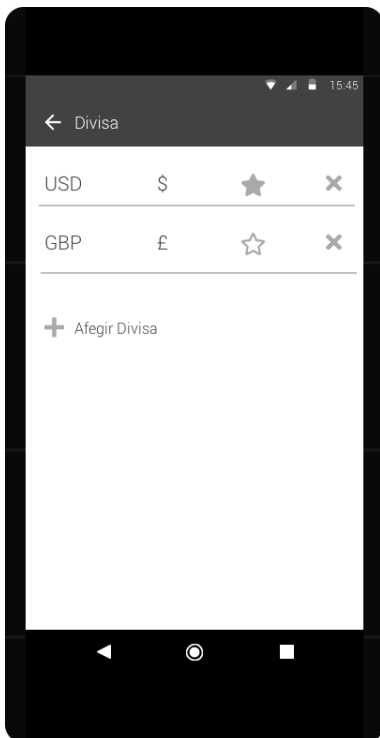
II-lustració 72. Pantalla de realitzar càlculs.



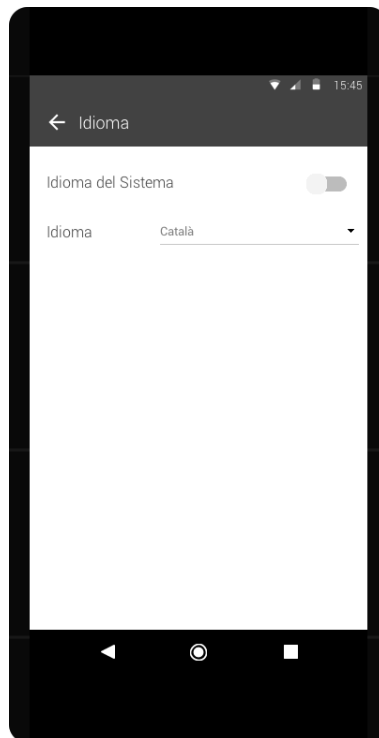
II-lustració 73. Pantalla mostrar detalls registre.



II-lustració 74. Pantalla edició registre.



II-lustració 75. Pantalla de configuració de divises.



II-lustració 76. Pantalla de configuració d'idioma

Hi ha un total de 10 pantalles, on a continuació es mostra una breu descripció de cadascuna:

1. Pantalla de càrrega (il·lustració 66): pantalla que es veu mentre es carrega l'aplicació. El temps que carregui l'aplicació es mostrarà aquesta pantalla per indicar a l'usuari que s'està iniciant.
2. Menú (il·lustració 67): Menú lateral on hi ha les opcions de les funcionalitats més importants: detecció, historial i càlculs (explicat més endavant), també hi ha la configuració de divises i d'idiomes. La pantalla càlculs cridada des d'aquí s'inicia independentment de si hi ha registre a crear o guardar i es poden realitzar càlculs sense haver fet una detecció prèvia.
3. Inici (il·lustració 68): Pantalla inicial on es mostra l'historial de registre de deteccions guardades, on es mostren els camps més importants: imatge de la detecció, data, ubicació i nom. També hi ha un botó flotant que porta directament a la pantalla de reconeixement, a part del menú, per donar un accés sense realitzar tants passos.
4. Reconeixement (il·lustració 69): Aquesta és la pantalla més important de l'aplicació. Quan es visualitza aquesta pantalla la càmera s'engega automàticament i n'ocupa el màxim de pantalla. Se'n destaca dos grups d'interacció situats a la part inferior, per una banda el botó per a realitzar la captura i activar o desactivar el *flash*, com tenen moltes aplicacions com ara *twitter* o *whatsapp* i just a sobre un llistat de d'imatges del dispositiu fetes anteriorment per a poder seleccionar. A la part superior s'identifica la quantitat detectada i la conversió de la divisa si s'ha configurat prèviament.
5. Captura (il·lustració 70): un cop l'usuari ha pres el botó de capturar imatge o seleccionat una imatge es mostra aquesta pantalla, aquí en mostra un rang d'accions segons desitgi l'usuari: cancel·lar la captura i anar altre cop a la pantalla de reconeixement, realitzar càlculs segons la detecció feta o finalment guardar-ne el registre.
6. Guardar registre (il·lustració 71): Si es vol guardar el registre, l'usuari té l'opció d'afegir o modificar unes quantes dades com ara: data, ubicació i afegir comentaris com nom al registre. Un cop es guarda l'aplicació t'envia a la pantalla de realitzar càlculs.
7. Realitzar càlculs (il·lustració 72): Si l'usuari no vol realitzar càlculs cancel·la i torna a la pantalla inicial. En cas contrari podrà realitzar varis càlculs com mirar el canvi desglossat per monedes, *backtracking* o repartir la quantitat detectada en tantes persones com introdueixi. Un cop fets els càlculs es pot guardar al registre o bé cancel·lar i tornar a la pantalla inicial.
8. Mostrar registre seleccionat (il·lustració 73): Si des de la *home* es selecciona un registre, es mostrarà el detall amb tota la informació. Des d'aquesta pantalla es pot editar el mateix registre.
9. Editar registre (il·lustració 74): si es vol modificar el registre aquí hi ha tota la informació a modificar. Les dades que no es poden canviar són la detecció realitzada, ni la conversió de divisa. Els càlculs també es poden modificar, però en una pantalla independent per la seva complexitat.
10. Configuració divises (il·lustració 75): un usuari pot afegir, eliminar i posar com a preferit una divisa en aquesta pantalla.
11. Configuració idioma (il·lustració 76): finalment també es pot canviar l'idioma de l'aplicació, per una banda es pot utilitzar l'idioma del sistema, si el sistema té un idioma que no consta a l'aplicació es mostrarà per defecte l'anglès. Si s'ha escollit aquesta opció es deshabilita l'opció de tria d'idioma manual. En cas de que es desactivi l'elecció d'idioma segons el sistema, es pot modificar mitjançant un *input* tipus *select* on hi ha els tres idiomes que ofereix l'aplicació: anglès, català i castellà.

### 2.4.3 Conclusions

En aquesta fase s'ha realitzat esbossos i un primer disseny de l'aplicació en paper que ha donat peu a crear-ne un prototipus dinàmic. Tot i que aquest no és el disseny final, falta veure quines dades se n'extreu de l'avaluació amb usuaris i el feedback que donen.

## 2.5 Avaluació

Aquesta és l'última fase que analitza i avalua les fases anteriors, anàlisi i disseny. Mitjançant inspecció i tests amb usuaris s'obindrà informació referent als dissenys i validar si hi ha punts de millora o no.

### 2.5.1 Tècnica de test amb usuaris

El test d'usabilitat es realitza per a conèixer la facilitat d'ús de *cRoin*, així com el nivell d'eficàcia, eficiència i satisfacció que produeix als usuaris.

L'objectiu d'aquest test d'usabilitat és el procés d'identificació de monedes, des de que s'engega l'aplicació fins que es s'efectua la identificació i s'executen funcionalitats secundàries però relacionades amb la identificació importants.

Descripció del perfil dels usuaris és:

Edat: l'edat mínima la qual un usuari disposa d'un telèfon mòbil i sigui conscient de les utilitats que ofereix, es posarà un mínim de 16 anys. En quant al límit d'edat es pot considerar aquella en que els usuaris són capaços de fer ús de les noves tecnologies, per tant serà al voltant d'uns 60 anys. Tot i saber que hi ha usuaris de més edat que utilitzen telèfons mòbils, aquests es decanten per altres mètodes més tradicionals d'identificació de monedes. Així doncs l'edat estarà compresa entre els 16 i 60 anys.

- Gènere: En aquest cas és indiferent i per tant no es farà distinció de gènere.
- Estudis: El nivell d'estudis pot arribar a influir en l'ús i coneixement de les tecnologies de la informació i la comunicació, però no es farà distinció ja que això es definirà en l'apartat que es troba més endavant sobre "Coneixements i ús de dispositius mòbils".
- Professió: No hi ha distinció per professió, ja que l'aplicació està dirigida a tot tipus d'usuaris, no es rellevant per a l'avaluació de la usabilitat.
- Localització: No es farà distinció de localització ja que en l'actualitat l'ús d'un dispositiu mòbil pot ser a qualsevol lloc.
- Dispositiu mòbil: L'usuari ha de disposar d'un dispositiu mòbil *Android* per a poder utilitzar l'aplicació.
- Coneixements i ús de dispositius mòbils: Es busquen usuaris que estiguin habituats a l'ús diari del telèfon mòbil, és a dir, un mínim de coneixements per tal de moure's amb comoditat per l'aplicació.

Per al test s'escolliran tants usuaris com faci falta, quants més millor, que compleixin el perfil i estiguin habituats a l'ús de dispositius mòbils independentment de l'edat.

L'escenari que s'ha escollit per a *cRoin* és el següent:

'Imagina que marxés de viatge a la Xina i un cops allí vols saber el canvi de les monedes que disposes i de si et tornen el canvi correctament. Saps el nom del moneda i disposes del teu telèfon mòbil que portes a sobre en tot moment. Un dia, sortint de visitar el museu l'exercit de guerrers de terracota de Qin Shi Huang et trobes una paradeta de miniatures dels guerrers. Et fa gràcia i en vols comprar un parell. Veus el preu i no saps si portes suficients diners , i si t'han de tornar canvi o no'

Les tasques seleccionades són les següents, més escaients per a aquest tipus de test han estat:

- Designar la divisa a canviar.  
Context: Podries accedir a l'aplicació *cRoin* i trobar la manera d'establir la divisa xinesa per defecte?



- Identificar de l'efectiu de que disposes.  
Context: Un cop establir-la la divisa, pots iniciar la identificació de l'efectiu que disposes?
- Realitzar càlculs necessaris per saber si en tens suficient diner i si t'han de tornar canvi.  
Context: Un cop guardat, tens l'opció de realitzar càlculs, pots indicar quant valen les figures i veure si en tens prou? En cas afirmatiu, pots mirar si et tornen canvi?
- Guardar el reconeixement:  
Context: Un cop has comprovat que l'aplicació t'ha reconegut els teus diners, pots guardar-ho?
- Consultar l'històric.  
Context: Sabries accedir a l'històric d'aquesta identificació que acabes de guardar per consultar-ne les dades resultants?

S'ha escollit només un sol escenari per tal de que el procés del test tingui una continuïtat en el temps i en proporcioni tot el procés d'identificació, des de configurar la divisa, passant per la realització de càlculs i finalitzant amb guardar i consultar l'històric de reconeixements.

Les tasques relacionades tenen molta relació directa amb les conclusions extretes sobre tot l'estudi realitzat en els apartats anteriors.

Es realitzaran dos qüestionaris, un abans de començar el test i l'altre un cop finalitzat. A continuació es mostren les preguntes dels dos qüestionaris.

#### Qüestionari abans del test

---

##### Dades personals

---

Nom i cognoms

Edat

Gènere

Estudis

Situació laboral

Tens algun tipus de discapacitat?

##### Costums

---

Acostumes a pagar les teves compres o consumicions en metàl·lic?

##### Viatges

---

Realitzes viatges freqüentment?

Quin tipus de viatges són? (Plaer, negocis, ...)

Amb quina freqüència?

En el cas que en realitzis, tenien la mateixa moneda que la teva?

##### Ús de tecnologies mòbils

---

Quin tipus de mòbil disposes?

És *Android*?

Quants hores al dia utilitzes el mòbil?

On en fas ús?

Quin tipus d'aplicacions utilitzes?

Taula 16: Qüestionari pre-test.

Qüestionari post-test d'usabilitat

Noms i cognoms

Creus que l'aplicació *cRoin* és fàcil d'utilitzar?

Poc 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 6 0 7 0 8 0 9 0 10 0 Molt

Has sabut identificar en quina pantalla has estat en tot moment?

Poc 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 6 0 7 0 8 0 9 0 10 0 Molt

El disseny gràfic t'ha ajudat a realitzar les tasques demanades?

Poc 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 6 0 7 0 8 0 9 0 10 0 Molt

L'aplicació t'ha permès finalitzar les tasques demanades?

Poc 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 6 0 7 0 8 0 9 0 10 0 Molt

Has tingut algun problema en realitzar les tasques?

Cap 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 6 0 7 0 8 0 9 0 10 0 Molts

En algun moment has pogut tornar enrere sense cap dificultat?

Cap 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 6 0 7 0 8 0 9 0 10 0 Molts

T'has sentit a gust, còmode, realitzant les tasques?

Poc 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 6 0 7 0 8 0 9 0 10 0 Molt

La teva impressió general sobre l'ús de *cRoin* és...

Dolenta 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 6 0 7 0 8 0 9 0 10 0 Molt Bona

Que t'ha semblat el disseny?

Si has tingut alguna dificultat en realitzar alguna tasca, quina ha estat?

Que és el que més t'ha agradat de l'aplicació?

I el que menys?

Tornaries a fer ús de l'aplicació?

La recomanaries?

Observacions:

Taula 17: Qüestionari post-test.

## 2.5.2 Conclusions

En aquest cas no s'ha efectuat l'avaluació, ja que s'ha preferit guardar-ne el test definit en l'apartat anterior per a realitzar-lo quan es tingui una versió funcional de l'aplicació. Al tenir que detectar monedes *'in situ'* es prefereix fer-ho amb l'aplicació ja que amb una simulació mitjançant un prototipus no es pot simular la identificació i reconeixement de monedes que és la principal funcionalitat en que es basen la resta. Així doncs mes endavant s'aplicarà el test a usuaris i segons els resultats obtinguts se n'adaptaran els canvis necessaris a *cRoin*. Aquests canvis s'efectuaran directament sobre l'aplicació a desenvolupar i no es faran mes modificacions al prototip esmentat en l'apartat 2.4.

### 3. Anàlisi tècnic

Per tal de poder entendre com funciona l'aplicació s'aprofundeix en l'anàlisi tècnic, abans d'entrar amb el disseny de l'arquitectura del sistema, on s'inclouen les funcionalitats, els casos d'ús i el disseny de dades.

#### 3.1 Xarxes Neuronals

A l'inici d'aquest document s'ha definit superficialment el concepte de xarxa neuronal convolucional i les principals llibreries que hi ha al mercat. En aquest apartat s'aprofundeix en aquests conceptes per a tenir clar quina és la xarxa neuronal escollida i per què.

##### 3.1.1 Definició

En intel·ligència artificial, les xarxes neuronals consisteixen en una simulació de les propietats observades en els sistemes neuronals biològics a través dels models matemàtics recreatius mitjançant mecanismes artificials (com un circuit integrat o un ordinador). L'objectiu és aconseguir que les màquines donin respostes similars a les que és capaç de donar el cervell que es caracteritzen per la seva generalització i la seva robustesa.

Hi ha molts tipus de xarxes neuronals artificials, a continuació es llisten les més conegudes:

- Xarxa neuronal directa (*FNN – Feedforward neural network*).
- Xarxa neuronal de funció base radial (*Radial basis function network*).
- Xarxa neuronal recurrent (*RNN - Recurrent neural network*).
  - *Long short-term memory LSTM*.
- Xarxa neuronal recursiva (*RNN – Recursive neural network*).
- Xarxa neuronal convolucional (*CNN – Convolutional neural network*).
- Xarxa neuronal modular (*Modular Neural Network*).
- Perceptró multicapa (*MLP – Multilayer perceptron*).
- Mapa auto organitzat (*SOM - Kohonen Self Organizing neural network*).

De tots els tipus de xarxes neuronals existents la xarxa neuronal convolucional (*ConvNets* o *CNN*) és una de les principals per a fer el reconeixement i classificació d'imatges. Les deteccions d'objectes, el reconeixement de cares, ... són alguns de les àrees on les *CNN* són àmpliament utilitzades.

Per a entendre les xarxes neuronals convolucionals abans s'han de definir els conceptes d'aprenentatge automàtic (*machine learning*) i d'aprenentatge profund (*deep learning*).

En la intel·ligència artificial, l'aprenentatge automàtic, *machine learning*, en el seu ús més bàsic és la pràctica d'utilitzar algorismes per analitzar dades, aprendre d'aquestes i posteriorment se capaços de fer una predicció o suggeriment sobre alguna cosa. Els programadors han de perfeccionar algorismes que especifiquin un conjunt de variables per a ser el més precisos possibles en una tasca en concret.

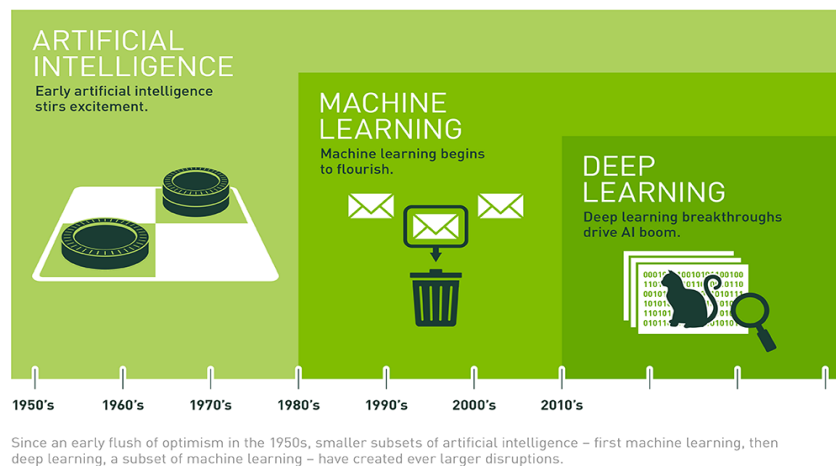
La màquina es entrenada utilitzant una gran quantitat de dades donant la oportunitat als algorismes a ser perfeccionats.



Il·lustració 77. Representació Deep Learning.

Seguint l'evolució del *machine learning*, en l'última dècada s'ha propagat amb més força una tècnica concreta d'aprenentatge automàtic coneguda com aprenentatge profund.

*Deep learning* és un subconjunt dins del camp del *machine learning*, el qual predica amb la idea de l'aprenentatge des de l'exemple. És a dir, enlloc d'ensenyar a l'ordinador una llista enorme de regles per a solucionar un problema, se li dona un model que pot avaluar exemples en una petita col·lecció d'instruccions per a modificar el model quan es produeixin errors. La tècnica més comuna utilitzada per a implementar *deep learning* és la simulació d'un sistema de xarxes neuronal artificial.



Il·lustració 78. Posició de l'aprenentatge profund dins la intel·ligència artificial.

### 3.1.2 Funcionament

Les xarxes neuronals convolucionals tenen una arquitectura diferent de les xarxes neuronals regulars. Les xarxes neuronals regulars transformen una entrada introduint-la a través d'una sèrie de capes ocultes. Cada capa està formada per un conjunt de neurones, on cada capa està totalment connectada a totes les neurones de la capa anterior. Finalment, hi ha una última capa totalment connectada, a la capa de sortida, que representa les prediccions.

Les xarxes neuronals convolucionals són una mica diferents. En primer lloc, les capes estan organitzades en tres dimensions: ample, alt i profunditat. A més, les neurones d'una capa no es connecten a totes les neurones de la capa següent, sinó només a una petita regió d'ella. Finalment, la sortida final es reduirà a un únic vector de puntuacions de probabilitat, organitzat al llarg de la dimensió de profunditat.

Una *CNN* està separada en dos parts:

- **Aprenentatge:** la xarxa realitzarà una sèrie de conversions i operacions de combinació durant les quals es detecten les funcions. Si, per exemple, es disposa d'una fotografia d'una zebra, aquesta és la part on la xarxa reconeixerà les seves ratlles, dues orelles i quatre potes.
- **Classificació:** les capes completament connectades serviran com a classificador a la part superior d'aquestes funcions extretes. Assignaran una probabilitat perquè l'objecte de la imatge sigui el que prediu l'algorisme.

### 3.1.2.1 Aprenentatge

Tècnicament, els models *CNN* d'aprenentatge profund per entrenar i provar cada imatge d'entrada passarà per una sèrie de processos que es llisten i es descriuen breument a continuació:

- **Convolució:** és un dels blocs principals d'una *CNN*. El terme convolució es refereix a la combinació matemàtica de dues funcions per produir una tercera funció. Combina dos conjunts d'informació. En el cas d'una *CNN*, la conversió es realitza en les dades d'entrada amb l'ús d'un filtre o nucli (*kernel*) per a produir una mapa de característiques. Es realitza una convolució lliscant el filtre sobre l'entrada. A cada ubicació, es realitza una multiplicació de matriu i rep el resultat al mapa de funcions.
- **Capa de convolució:** la realització de nombroses convolucions en l'entrada, on cada operació utilitza un filtre diferent. Això dóna lloc a diferents mapes de funcions. Finalment, s'agafen tots aquests mapes de funcions i s'uneixen com a sortida final anomenada capa de convolució.
- **Funció d'activació:** com en altres xarxes neuronals, s'utilitza aquest tipus de funció per a fer que la producció no sigui lineal. En el cas d'una *CNN*, la sortida de convolució es passarà a través de la funció d'activació, com per exemple la funció d'activació *ReLU* on el rendiment és molt millor que altres funcions. *ReLU*, com les dades del món real, permet que la *CNN* aprengui valors no negatius.
- **Stride:** és la mida del pas que el filtre de convolució es mou cada vegada. Quan l'*stride* es mou a 1, el filtre llisca de píxel a píxel. En augmentar la mida de l'*stride* el filtre es desplaça sobre l'entrada amb un interval més gran i, per tant, té menys solapament entre les cel·les.
- **Padding** o marges: s'utilitza per evitar que el mapa de funcions generat es redueixi degut a que la mida del mapa de funcions és sempre menor que l'entrada.
- **Capa agrupada o pooling layer:** després d'una capa de convolució, és comú afegir una capa de combinació entre capes *CNN*. La funció d'agrupació és reduir contínuament la dimensionalitat per reduir-ne la quantitat de paràmetres i la computació a la xarxa. Això escurça el temps d'entrenament i controla l'excedent. El tipus de combinació més freqüent és la combinació màxima (*max pooling*), que té el valor màxim a cada finestra. Aquestes mides de finestra s'han d'especificar prèviament. Això disminueix la mida del mapa de funcions i, al mateix temps, manté la informació important.

### 3.1.2.2 Classificació

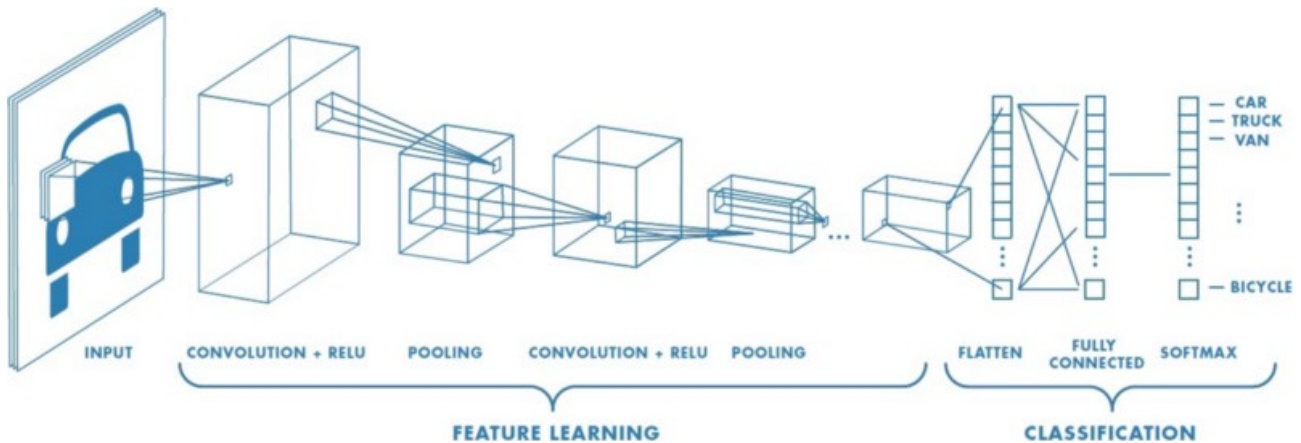
Després de les capes de convolució i agrupació, la part de classificació consisteix en unes quantes capes totalment connectades (*FC layer*). Tanmateix, aquestes capes totalment connectades només poden acceptar dades d'una dimensió. Per a convertir les dades en 3D a 1D, s'utilitza la funció *flatten* on, bàsicament, organitza el volum 3D en un vector 1D.

Les últimes capes convolucionals són capes totalment connectades. Les neurones en una capa completament connectada tenen connexions completes amb totes les activacions de la capa anterior. Aquesta part és, en principi, la mateixa que una xarxa neuronal regular.

En resum, el funcionament d'una xarxa neuronal convolucional és:

1. Es proporciona una imatge d'entrada a la capa de convolució.
2. S'escullen els paràmetres, s'apliquen els filtres amb avanços, amb un marge si és necessari. Es realitza la convolució de la imatge i s'aplica l'activació de *ReLU* a la matriu.
3. Es realitza la combinació per a reduir-ne la mida de la dimensió.

4. S'afegeix tantes capes convolucionals fins que sigui òptim.
5. S'aplana la sortida i s'alimenta en una capa completament connectada (capa FC).
6. La sortida de classe mitjançant una funció d'activació (regressió logística amb funcions de cost) i classifica les imatges.



Il·lustració 79. Arquitectura d'una xarxa neuronal convolucional.

Com a resultat de la implementació de les dues parts esmentades, se n'extraurà un model entrenat capaç d'identificar monedes d'euro en una foto. Tot el desenvolupament d'aprenentatge i classificació es realitza un sol cop en un ordinador i un cop s'obté el model entrenat s'integra a *cRoIn* per tal de que efectui els reconeixements oportuns.

### 3.1.3 Llibreries

Al mercat es troben molts marcs de treball de codi obert dedicats exclusivament al *deep learning*. En aquest apartat es fa un anàlisi dels sis més importants ordenades segons el nombre d'estrelles i col·laboradors de *GitHub*:

#### TensorFlow

*TensorFlow* va ser desenvolupat originalment per investigadors i enginyers que treballen a *Google Brain Team* dins de l'organització de recerca de *Machine Intelligence de Google*. El sistema està dissenyat per facilitar la recerca en l'aprenentatge automàtic i facilitar la transició ràpida i fàcil del prototip de recerca al sistema de producció.

*TensorFlow* és, sens dubte, un dels millors marcs d'aprenentatge profund i ha estat adoptat per diversos gegants com *Airbus*, *Twitter*, *IBM* i altres, principalment a causa de la seva arquitectura del sistema altament flexible.

El cas d'ús més conegut de *TensorFlow* és *Google Translate*, juntament amb capacitats com el processament del llenguatge natural, la classificació de text/resum, el reconeixement de veu/imatge/ escriptura manual, previsió i etiquetatge.



Il·lustració 80. Logotip TensorFlow

*TensorFlow* està disponible tant per a ordinadors com per a mòbils i també admet idiomes com *Python*, *C++* i *R* per crear models d'aprenentatge profunds juntament amb biblioteques de contenidors.

*TensorFlow* ve amb dues eines que s'utilitzen àmpliament:

- *TensorBoard* per a la visualització efectiva de dades del modelatge i el rendiment de la xarxa.
- Servidor *TensorFlow* per a la ràpida implementació de nous algoritmes/experiments mentre es conserva la mateixa arquitectura del servidor i les *API*. També proporciona integració amb altres models *TensorFlow*, que és diferent de les pràctiques convencionals i es pot ampliar per a altres models i tipus de dades.

Els punts forts que ofereix *TensorFlow* són:

- Disposa de molta documentació i guies.
- Ofereix un seguiment dels processos d'entrenament dels models i la seva visualització (*TensorBoard*).
- Està recolzat per una gran comunitat de desenvolupadors i empreses tecnològiques.
- Proporciona un servei de model.
- És compatible amb l'entrenament distribuït.
- *TensorFlow Lite* permet la inferència del dispositiu amb baixa latència per a dispositius mòbils.

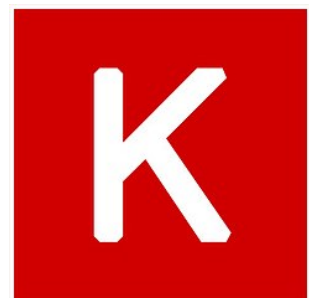
Però per altra banda els seus punts febles són:

- Obté resultats pobres en la velocitat en proves de referència en comparació amb, per exemple, *CNTK* i *MXNet*.
- Té un llindar d'entrada més alt per a principiants que *PyTorch* o *Keras*. *Plain TensorFlow* és bastant baix i requereix una gran quantitat de codificació típica de copiar i enganxar sense realitzar massa canvis (*boilerplate*).
- El mode per defecte de *TensorFlow* per a definir i executar fa que la depuració sigui molt difícil.
- L'únic llenguatge totalment compatible és *Python*.

#### ***Keras***

És una API de xarxes neurals d'alt nivell, coneguda per ser minimalista, la biblioteca de xarxes neurals de *Keras* (amb una interfície de suport de *Python*) admet xarxes convolucionals i recurrents que són capaços d'executar tant en *TensorFlow* com en *Theano*. La biblioteca està escrita en *Python* i es va desenvolupar mantenint l'experimentació ràpida com a *USP*.

A causa del fet que la interfície *TensorFlow* és un desafiament massa gran, juntament amb el fet que es tracta d'una biblioteca de baix nivell que pot ser complexa per als nous usuaris, *Keras* va ser creada per oferir una interfície simplista amb l'objectiu de prototips ràpids mitjançant la construcció efectiva xarxes neuronals que poden treballar amb *TensorFlow*.



Il·lustració 81. Logotip *Keras*

Lleuger, fàcil d'usar i realment senzill quan es tracta de construir un model d'aprenentatge profund mitjançant l'apilament de diverses capes. Aquests són els motius pels quals *Keras* forma part de l'API central de *TensorFlow*.



L'ús principal de *Keras* es troba en la classificació, generació de text i resum, etiquetatge i traducció, juntament amb el reconeixement de veu entre altres.

Les seves avantatges són:

- El prototipatge és molt ràpid i senzill.
- És lleuger en quant a la construcció de models *DL* amb moltes capes.
- Compta amb mòduls totalment configurables.
- Té una interfície simplista i intuïtiva: fantàstica per a principiants.
- Compta amb suport integrat per a l'aprenentatge en *GPU* múltiples.
- Es pot convertir en estimadors *TensorFlow* i entrenar-ne en clústers de *GPU* a *Google Cloud*.
- Es pot executar a *Apache Spark*.
- Suporta *GPUs* de *NVIDIA*, *Google TPUs* i *GPUs* habilitats amb *Open-CL*, com ara *AMD*.

Els seus inconvenients són:

- Pot ser que sigui d'un nivell massa alt i no sempre sigui fàcil de personalitzar.
- Està limitat a *TensorFlow*, *CNTK* i *Theano*.
- No proporciona tantes funcionalitats com *TensorFlow* i garanteix un menor control sobre la xarxa, de manera que aquestes podrien ser greus quan es planeja construir un tipus especial de model *DL*.

## **Caffe2**

*Caffe2* és un marc d'aprenentatge de *machine learning* lleuger i modular amb una interfície *Python* fàcil d'utilitzar orientat a desplegaments mòbils d'intel·ligència artificial a gran escala orientat a la classificació i segmentació d'imatges. El marc de treball utilitza gràfics estàtics per a proporcionar una forma senzilla d'entrenar i implementar models *AI*. Està activament recolzat per *Facebook*. El nucli de la comunitat principal on els desenvolupadors, investigadors i científics de dades poden compartir el teu treball és *Caffe2 Model Zoo*.

*Caffe2* és l'evolució de *Caffe* que inclou característiques noves com ara les xarxes neuronals recurrents (*RNN*). A finals del mes de març d'aquest any 2018 es va fusionar amb *Pytorch*.

De *Caffe2* és elogiat per:

- Ofereix models pre entrenats per a crear aplicacions de demostració.
- És ràpid, escalable i lleuger.
- Funciona bé amb altres marcs com *PyTorch*, i es fusionarà amb *PyTorch 1.0*.
- Té inferència optimitzada del servidor.

Per altra banda:



Il·lustració 82. Logotip Caffe2

- Suport limitat de la comunitat.
- És bastant nou i pot ser una mica limitat quan es tracta d'implementar xarxes complexes que requereixen, per exemple, eines de depuració útils o alguna ajuda d'una comunitat de suport.

#### ***CNTK (Microsoft Cognitive Toolkit)***

*CNTK* és un conjunt d'eines d'aprenentatge profund unificat que descriu les xarxes neuronals com una sèrie d'etapes computacionals a través d'un gràfic dirigit, conegut per la seva compatibilitat per a múltiples *GPU* i *CPU* i les seves velocitats de computació. També és conegut per la seva impressionant capacitat de reconeixement d'imatges. Té la seva pròpia *API* de *Python* incorporada, però també és compatible amb *Keras*.



Il·lustració 83. Logotip CNTK

Popularment conegut per facilitar la formació i la combinació de models de models populars en tots els servidors, *Microsoft Cognitive Toolkit* (anteriorment conegut com *CNTK*) és un marc d'aprenentatge profund de codi obert per formar models d'aprenentatge profund. Realitza xarxes neuronals de convolució eficients i capacita per a imatges, imatges i textos. Similar a *Caffe*, és compatible amb interfícies com *Python*, *C++*, *C#*, el seu propi llenguatge de descripció del model anomenat *BrainScript* i la interfície de línia d'ordres.

Donada la seva utilització coherent dels recursos, la implementació de models d'aprenentatge de reforç o xarxes adversàries generatives (*GAN*) es pot fer fàcilment amb el kit d'eines. Se sap que proporciona un major rendiment i escalabilitat en comparació amb els jocs d'eines com *Theano* o *TensorFlow* mentre funciona en màquines múltiples.

En comparació amb *Caffe*, quan es tracta d'inventar nous tipus de capa complexes, els usuaris no necessiten implementar-los en un llenguatge de baix nivell a causa de la bona granularitat dels blocs de construcció. *Microsoft Cognitive Toolkit* admet models de neurones *RNN* i *CNN* i, per tant, és capaç de manejar imatges, escriptura a mà i problemes de reconeixement de veu. Actualment, a causa de la manca de suport a l'arquitectura *ARM*, les seves capacitats mòbils són força limitades.

*CNTK* disposa com punts forts:

- Ofereix un bon rendiment i escalabilitat.
- Compta amb molts components altament optimitzats.
- Ofereix suport per *Apache Spark*.
- És molt deficient pel que fa a l'ús de recursos.
- És de fàcil integració amb *Azure Cloud*.

Només té un desavantatge:

- Té un suport molt limitat de la comunitat.

## **PyTorch**

*PyTorch* és l'entrada de Facebook al món dels marcs d'aprenentatge automàtic. *PyTorch* és, en molts sentits, el successor de *Torch*, una biblioteca d'aprenentatge de màquina de codi obert basada en el llenguatge de programació *Lua* que va debutar l'any 2002. *PyTorch* difereix perquè està basat en *Python* i pot explotar els principals paquets de Python com NumPy. Atès que *PyTorch* utilitza gràfics dinàmics, els seus algorismes d'aprenentatge automàtic es construeixen amb el flux de control de programació normal de *Python*, cosa que facilita l'aprenentatge dels desenvolupadors de *Python*.

A diferència de *Torch*, *PyTorch* s'executa en *Python*, el que significa que qualsevol persona amb una comprensió bàsica de Python pot començar a construir els seus propis models d'aprenentatge profund.

Donat l'estil arquitectònic del *framework PyTorch*, tot el procés de modelatge profund és molt més simple i transparent en comparació amb *Torch*.

*PyTorch* ha vist un alt nivell d'adopció dins de la comunitat marc d'aprenentatge profund i es considera que és un competidor de *TensorFlow*. *PyTorch* és bàsicament un port per al marc d'aprenentatge profund de *Torch* utilitzat per a la construcció de xarxes neuronals profundes i l'execució de càlculs tensors que són alts en termes de complexitat. Encara que *PyTorch* no pot utilitzar *Keras*, hi ha APIs d'alt nivell disponibles, com *Ignite* i *Scorch*.

Els avantatges significatius de *PyTorch* són:

- El procés de modelització és senzill i transparent gràcies a l'estil arquitectònic del *framework*.
- El mode definitiu per defecte és més semblant a la programació tradicional, i es pot utilitzar les eines de depuració comuns com a depurador de *pdb*, *ipdb* o *PyCharm*.
- Té paral·lelisme de dades declaratives.
- Compta amb molts models prefabricats i peces modulars que estan preparades i fàcils de combinar.
- L'entrenament distribuït s'ha donat suport des de la versió 0.4.

Per altra banda, té com a punts inconvenients:

- Falta servei de model.
- Encara no està preparat per a la producció, però, el full de ruta de la versió 1.0 sembla impressionant.
- No té interfícies per a la motorització i la visualització, com ara *TensorBoard*, encara que es pot connectar externament a *TensorBoard*.

## **Apache MXNet**

*Apache MXNet* és un marc d'aprenentatge profund dissenyat tant per a l'eficiència com a per a la flexibilitat. Permet barrejar la programació simbòlica i imperativa per a maximitzar l'eficiència i la productivitat. Està recolzat per *Python*, *R*, *C++* i *Julia*. És conegut per les seves capacitats en l'obtenció d'imatges, el reconeixement d'escriptura a mà, el pronòstic i la *PNL*.



II·lustració 84. Logotip PyTorch



II·lustració 85. Logotip Apache MXNet

*MXNet* ofereix a l'usuari la possibilitat de codificar en una varietat de llenguatges de programació (*C++*, *Python*, *Julia*, *Matlab*, *JavaScript*, *Go*, *R*, *Scala*, *Perl* i *Wolfram Language*), i com a conseqüència es poden entrenar models d'aprenentatge profund amb qualsevol llenguatge de programació que interressi sense haver d'aprendre des de zero un de nou.

Amb el *backend* escrit en *C++* i *CUDA*, *MXNet* és capaç d'escalar i treballar amb una infinitat de *GPUs*, cosa que la fa imprescindible per a les empreses. També admet xarxes de memòria a llarg termini (*LSTM*), juntament amb *RNN* i *CNN*.

Els serveis d'*Amazon* seleccionen *MXNet* com a marc oficial d'aprofundiment en el *deep learning*, oferint una interfície de programació dinàmica per a definir el model i l'algoritme sense sacrificar la velocitat de formació, amb un major nivell d'abstracció possible a través de *Gluton*.

Alguns dels seus principals punts forts són:

- És bastant ràpid, flexible i eficient pel que fa a l'execució d'algorismes *DL*.
- Compta amb suport avançat de *GPU*.
- Es pot executar en qualsevol dispositiu.
- Té una *API* imperativa d'alt rendiment.
- Ofereix un model fàcil d'utilitzar.
- És altament escalable.
- Proporciona un suport ric per a molts llenguatges de programació com ara *Python*, *R*, *Scala*, *JavaScript* i *C++* entre altres.

En canvi *MXNet* no destaca en:

- Té una comunitat molt més petita darrere d'ella en comparació amb *TensorFlow*.
- No és tant popular entre la comunitat investigadora.

A continuació es mostra un quadre comparatiu de les principals característiques que s'han tingut en compte a l'hora d'escollir el marc de treball adequat per a la realització del model entrenat:

Nom	Desenvolupador Suport	Llicència	Llenguatges	Plataformes	Documentació
 <a href="#">TensorFlow</a>	9 novembre 2015 <i>Google Brain Team (Google)</i>	Llicència <a href="#">Apache 2.0</a>	<i>Python, C++ i R</i>	<i>Linux, macOS, Windows, Android, iOS i JavaScript.</i>	Molta, actualitzada i amb molts exemples de mostra.
 <a href="#">Keras</a>	7 juny 2018 Creador: <i>François Chollet.</i>	<a href="#">MIT</a>	<i>Python</i>	Multiplataforma.	Poca ja que és de principis de juny d'aquest any però actualitzada.
 <a href="#">Caffe2</a>	18 abril 2017 <i>Berkeley Vision and Learning Center (Yangqing Jia)</i>	Llicència <a href="#">BSD</a>	<i>Python, C++ i C#</i>	<i>Linux, macOS i Windows.</i>	Força i actualitzada
 <a href="#">Microsoft CNTK</a>	25 gener 2016 <i>Microsoft Research</i>	<a href="#">MIT</a>	<i>Python, C++, C# i BrainScript</i>	<i>Windows, Linux.</i>	Molta i actualitzada
 <a href="#">PyTorch</a>	24 agost 2016 <i>Facebook (Adam Pazke, Sam Gross, Soumith Chintala, Gregory Chanan)</i>	Llicència <a href="#">BSD</a>	<i>Python, C++ i CUDA</i>	<i>Linux, macOS i Windows.</i>	Molta i actualitzada.
 <a href="#">Apache Mxnet</a>	<i>Apache Software Foundations</i>	Llicència <a href="#">Apache 2.0</a>	<i>C++, Python, Julia, Matlab, JavaScript, Go, R, Scala, Perl i Wolfram Language</i>	<i>Linux, macOS i Windows.</i>	Molta i actualitzada

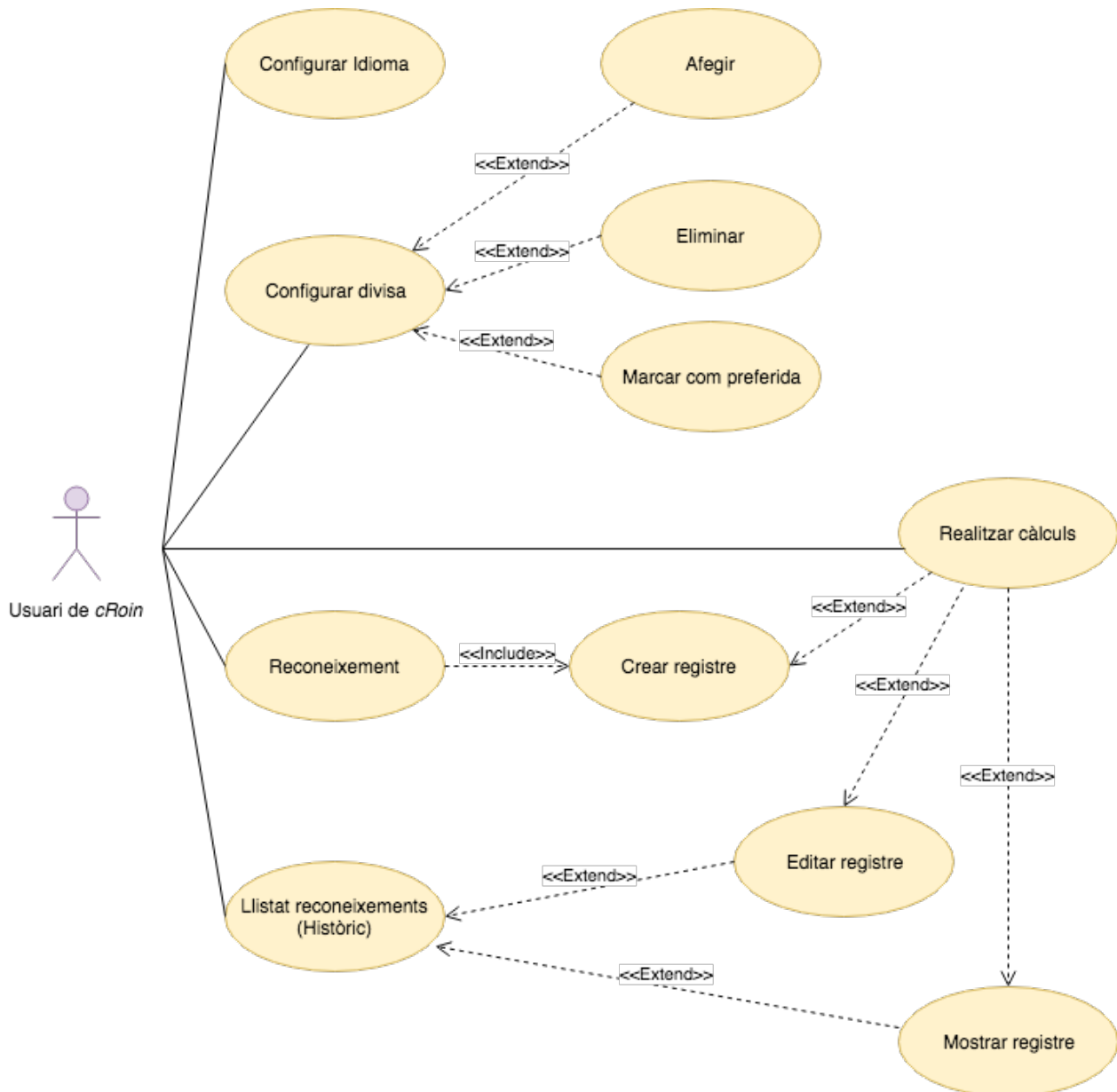
Taula 18: Quadre comparatiu de les llibreries més representatives en deep learning.

### 3.2 Casos d'ús

De les conclusions extretes del disseny centrat en l'usuari (DCU) s'han realitzat els casos d'ús per així aprofundir en l'anàlisi tècnic de *cRoin*.

#### 3.2.1 Diagrama de casos d'ús

Tan sols es disposa d'un sol actor, l'usuari, que representa a tots usuaris que faran ús de l'aplicació sense distinció, ja que *cRoin* no disposa d'identificació o registre previ.



II-lustració 86.Casos d'ús.

### 3.2.2 Llistat de casos d'ús

El llistat de casos d'ús obtingut és el següent:

- CU-001: Configurar idioma.
- CU-002: Configurar divisa.
- CU-003: Afegir divisa.
- CU-004: Elimina divisa.
- CU-005: Marcar divisa com a preferida.
- CU-006: Reconeixement.
- CU-007: Crear registre.
- CU-008: Llistat de reconeixements (Històric).
- CU-009: Mostrar registre.
- CU-010: Editar registre.
- CU-011: Realitzar càlculs.

Identificador	CU-001
Nom	Configurar idioma.
Prioritat	Baixa
Descripció	Permet a l'usuari canviar d'idioma.
Actors	Usuari
Pre-condicions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estar a la pantalla de configuració d'idioma.</li> </ul>
Iniciat per	Usuari
Flux	1. L'usuari prem el botó idioma del menú lateral.
Post-condicions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'aplicació canviarà d'idioma, per l'establert per l'usuari.</li> </ul>

Taula 19: CU-001: Configurar idioma.

Identificador	CU-002
Nom	Configurar divisa.
Prioritat	Normal
Descripció	Permet a l'usuari accedir al llistat de divises.
Actors	Usuari
Pre-condicions	-
Iniciat per	Usuari
Flux	1. L'usuari prem el botó divisa del menú lateral.
Post-condicions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es mostra per pantalla el llistat de divises afegides en cas d'haver-n'hi.</li> </ul>

Taula 20: CU-002: Configurar divisa.

<b>Identificador</b>	<b>CU-003</b>
Nom	Afegir divisa
Prioritat	Normal
Descripció	Elimina divises al llistat configurat per l'usuari.
Actors	Usuari.
Pre-condicions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haver realitzat el cas d'ús CU-002 Configurar divisa.</li> <li>• Estar a la pantalla de configuració de divisa.</li> </ul>
Iniciat per	Usuari
Flux	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari prem el botó afegir divisa de la pantalla del llistat de divises.</li> <li>2. Apareixerà un selector amb totes les divises disponibles.</li> <li>3. L'usuari escollirà i acceptarà la divisa que cerca.</li> </ol>
Post-condicions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es tornarà a carregar el llistat de divises amb la nova divisa.</li> </ul>

Taula 21: CU-003: Afegir divisa.

<b>Identificador</b>	<b>CU-004</b>
Nom	Elimina divisa.
Prioritat	Normal
Descripció	Elimina divises al llistat configurat per l'usuari.
Actors	Usuari
Pre-condicions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haver realitzat el cas d'ús CU-002 Configurar divisa.</li> <li>• Haver realitzat el cas d'ús CU-003 Afegir divisa.</li> <li>• Estar a la pantalla de configuració de divisa.</li> </ul>
Iniciat per	Usuari
Flux	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari prem el botó d'eliminar divisa de la divisa que desitgi suprimir.</li> <li>2. Apareixerà 'prompt' preguntant si realment vol eliminar la divisa.</li> <li>3. Si l'usuari escull afirmativament s'eliminarà la divisa, en cas contrari no.</li> </ol>
Post-condicions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es tornarà a carregar el llistat de divises amb la nova divisa.</li> </ul>

Taula 22: CU-004: Eliminar divisa.

<b>Identificador</b>	<b>CU-005</b>
Nom	Marcar divisa com a preferida
Prioritat	Normal
Descripció	Seleccionar la divisa preferida per a que surti en les deteccions.
Actors	Usuari
Pre-condicions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haver realitzat el cas d'ús CU-002 Configurar divisa.</li> <li>• Haver realitzat el cas d'ús CU-003 Afegir divisa.</li> <li>• Estar a la pantalla de configuració de divisa.</li> </ul>
Iniciat per	Usuari
Flux	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari escull la divisa a que vol com a preferida premen el botó afegir a preferits.</li> <li>2. Apareixerà 'prompt' preguntant si realment vol establir la divisa com a preferida.</li> </ol>



	3. Si l'usuari escull afirmativament la divisa seleccionada passarà a ser la preferida.
Post-condicions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es mostrarà la divisa seleccionada com a preferida.</li> <li>• L'anterior divisa preferida es mostrarà com a no preferida.</li> </ul>

Taula 23: CU-005: Marcar divisa com a preferida.

<b>Identificador</b>	<b>CU-006</b>
Nom	Reconeixement.
Prioritat	Alta
Descripció	L'usuari podrà accedir al reconeixement de monedes mitjançant el menú lateral a l'opció 'Reconeixement', o bé amb el botó flotant de la pantalla inicial.
Actors	Usuari
Pre-condicions	-
Iniciat per	Usuari
Flux	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari prem el botó per accedir al reconeixement.</li> <li>2. S'activa la càmera.</li> <li>3. El sistema procedeix a identificar monedes a través de la càmera.</li> <li>4. L'usuari te la possibilitat d'escollir una imatge de la biblioteca.</li> <li>5. Si en troba es mostra el valor total.</li> <li>6. Si hi ha divises creades es mostrarà el canvi de la preferida.</li> </ol>
Post-condicions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es mostra per pantalla el valor de la quantitat detectada.</li> <li>• Es mostra per pantalla el canvi si hi ha divisa configurada.</li> </ul>

Taula 24: CU-006: Reconeixement.

<b>Identificador</b>	<b>CU-007</b>
Nom	Crear registre.
Prioritat	Alta
Descripció	L'usuari pot guardar el reconeixement obtingut.
Actors	Usuari
Pre-condicions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haver realitzat el cas d'ús CU-006 Reconeixement.</li> </ul>
Iniciat per	Usuari
Flux	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Si a l'usuari li ha agradat el resultat del reconeixement el pot guardar prement el botó acceptar.</li> <li>2. Un cop a la pantalla de crear el registre es mostra la imatge capturada.</li> <li>3. La possibilitat d'afegir nom, comentaris, canviar localització i data.</li> </ol>
Post-condicions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es passa al cas d'ús CU-011. Realitzar càlculs.</li> </ul>

Taula 25: CU-007: Crear registre.

<b>Identificador</b>	<b>CU-008</b>
Nom	Llistat de reconeixements (Històric).
Prioritat	Alta
Descripció	Mostra el llistat de reconeixements guardats a la pantalla d'inici.
Actors	Usuari
Pre-condicions	<ul style="list-style-type: none"> <li>Haver realitzat el cas d'ús CU-007 Afegir registre.</li> </ul>
Iniciat per	Usuari
Flux	<ol style="list-style-type: none"> <li>Es mostra un llistat amb tots els reconeixements ordenats per data.</li> <li>L'usuari pot veure'n la imatge, el nom, la data i la localització.</li> </ol>
Post-condicions	-

Taula 26: Llistat de reconeixements (Històric).

<b>Identificador</b>	<b>CU-009</b>
Nom	Mostrar registre.
Prioritat	Normal
Descripció	L'usuari pot seleccionar un registre de l'històric per a veure'n els detalls.
Actors	Usuari
Pre-condicions	<ul style="list-style-type: none"> <li>Haver realitzat el cas d'ús CU-007 Afegir registre.</li> <li>Estar a la pantalla inicial.</li> <li>Seleccionar un registre.</li> </ul>
Iniciat per	Usuari
Flux	<ol style="list-style-type: none"> <li>Es mostra la pantalla amb tota la informació del registre (data, nom, comentaris, localització, quantitat detectada, canvi de divisa i càlculs si n'hi ha).</li> <li>Dona la possibilitat d'editar-ne el contingut.</li> </ol>
Post-condicions	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es mostra per pantalla el resum del registre.</li> </ul>

Taula 27: CU-009: Mostrar registre.

<b>Identificador</b>	<b>CU-010</b>
Nom	Editar registre.
Prioritat	Alta
Descripció	Des de la pantalla de mostrar, l'usuari pot editar-ne el contingut.
Actors	Usuari
Pre-condicions	<ul style="list-style-type: none"> <li>Haver realitzat el cas d'ús CU-007 Afegir registre.</li> <li>Haver realitzat el cas d'ús CU-008 Mostrar registre.</li> </ul>
Iniciat per	Usuari
Flux	<ol style="list-style-type: none"> <li>Prémer el botó de la pantalla de mostrar registre.</li> <li>Es carrega la pantalla d'edició.</li> <li>Modificar dades.</li> <li>Guardar o no les dades.</li> <li>Accedir a la modificació de càlculs realitzats sobre aquest registre. (CU-011).</li> </ol>

Post-condicions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificar-ne les dades del registre.</li> <li>• Un cop guardades les dades es mostra la pantalla d'inici.</li> </ul>
-----------------	---

Taula 28: CU-010 Editar registre.

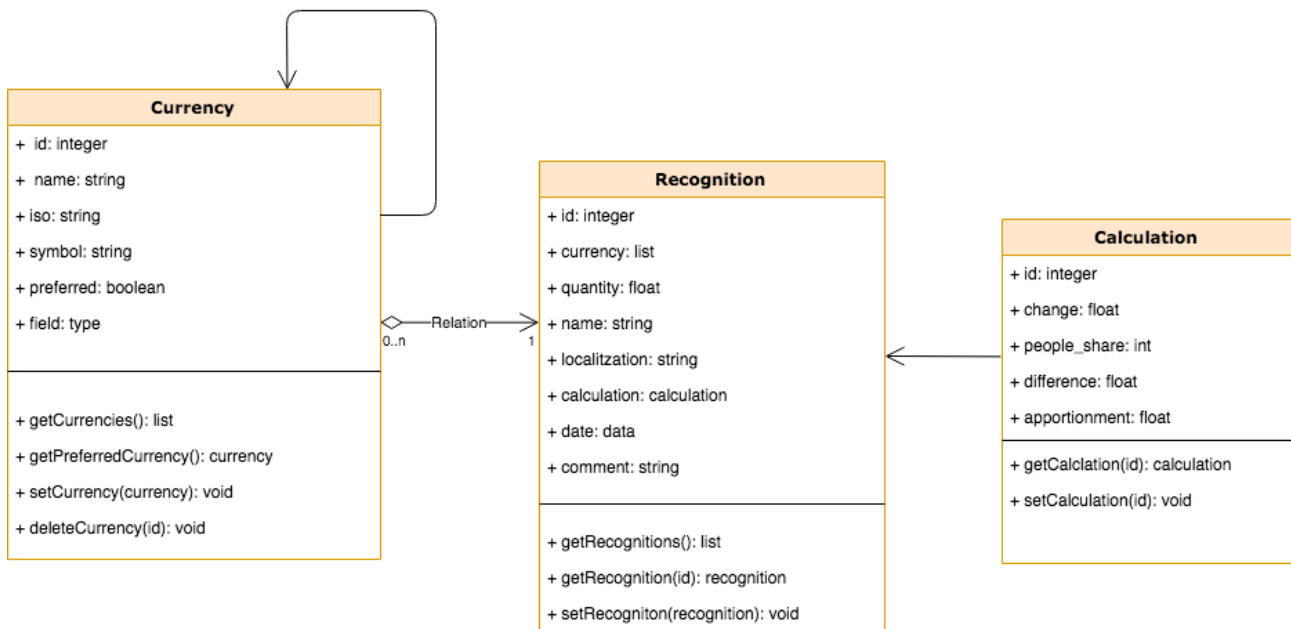
<b>Identificador</b>	<b>CU-011</b>
Nom	Realitzar càlculs.
Prioritat	Normal
Descripció	Realitzar càlculs sobre la quantitat detectada, un cop s'ha guardat el registre. També es poden realitzar càlculs sense haver tingut que realitzar cap reconeixement previ. S'accedeix a la pantalla de realitzar càlculs per vàries maneres:
Actors	Usuari
Pre-condicions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haver realitzat un d'aquests cas d'usos: CU-007 Afegir registre, CU-008 Mostrar registre o CU-009 Editar registre si es volen realitzar càlculs des d'un reconeixement.</li> <li>• O bé accedir-hi mitjançant el menú lateral per a realitzar identificacions sense prèvia identificació.</li> </ul>
Iniciat per	Usuari
Flux	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Accedir-hi mitjançant el que s'ha descrit a les pre-condicions.</li> <li>2. Es carrega la pantalla de càlculs.</li> <li>3. Seleccionar els càlculs que es necessitin.</li> <li>4. Realitzar els càlculs.</li> <li>5. Guardar o no els càlculs segons els casos descrits a les pre-condicions.</li> </ol>
Post-condicions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mostrar càlculs obtinguts per pantalla.</li> <li>• Crear càlculs des d'un reconeixement recent creat.</li> <li>• Modificar càlculs des d'un reconeixement editat.</li> </ul>

Taula 29: CU-011: Realitzar càlculs.

### 3.3 Disseny de dades ( entitats i classes)

A partir de les representacions lògiques dels objectes de dades identificats a la fase d'anàlisi se n'extreuen les entitats i les classes relacionades amb aquests.

Hi haurà tres classes principals, tal com es pot veure la diagrama de la il·lustració 3, aquestes són: *currency*, *recognition*, *calculation*. Sobre aquestes tres classes es basa tota l'aplicació.

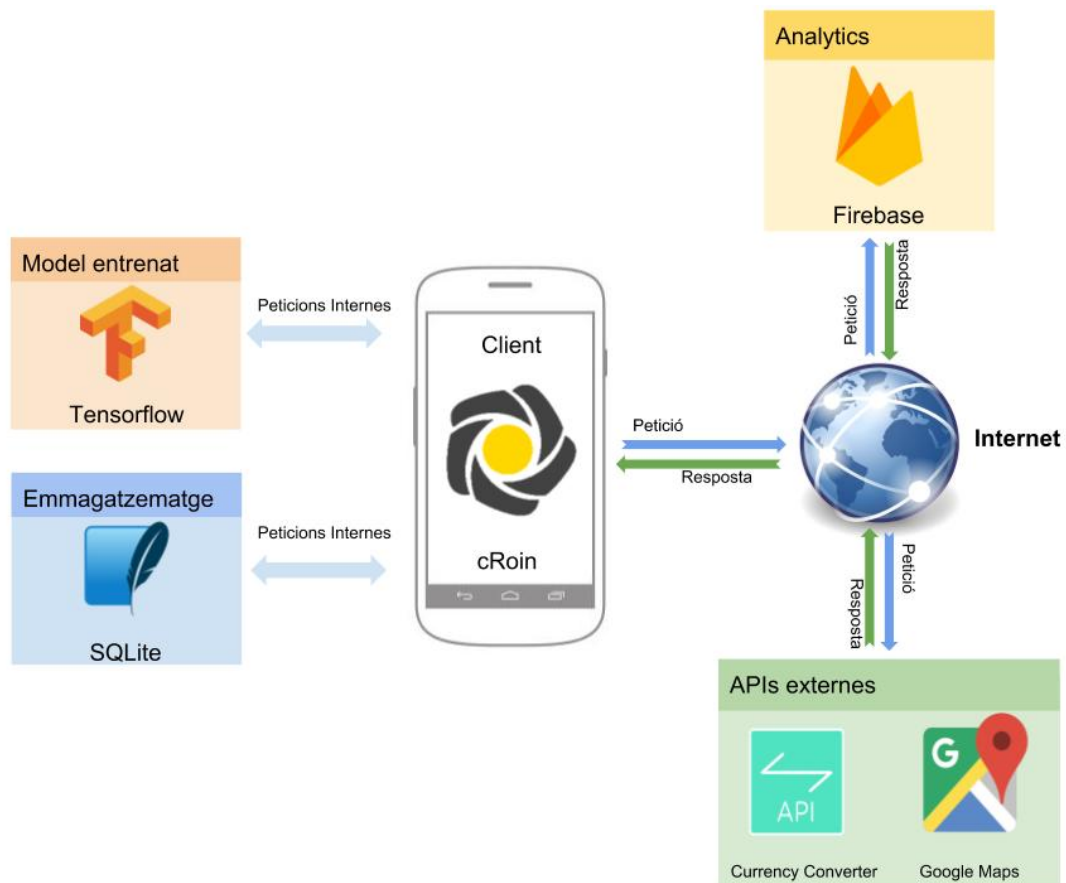


Il·lustració 87. Diagrama UML disseny de classes.

#### 4. Disseny de l'arquitectura

El sistema del projecte *cRoin* té una arquitectura de sistema força senzilla, disposa d'un client (aplicació mòbil) autosuficient en la funcionalitat principal: detecció de divisa. Tot i això fa algunes peticions a *APIs* externes, en funcionalitats secundàries, com ara el canvi de divisa i a *Google*, per tant el tipus d'arquitectura es podria definir com a: **client – APIs a tercers**.

La capacitat de procés està centralitzada en l'aplicació d'aquesta manera la gran part de funcionalitats és autosuficient. Tot i tenir aquestes característiques les diferents parts de l'aplicació estan ben diferenciades entre elles.



Il·lustració 88. Arquitectura del sistema entorn a l'aplicació mòbil *cRoin*

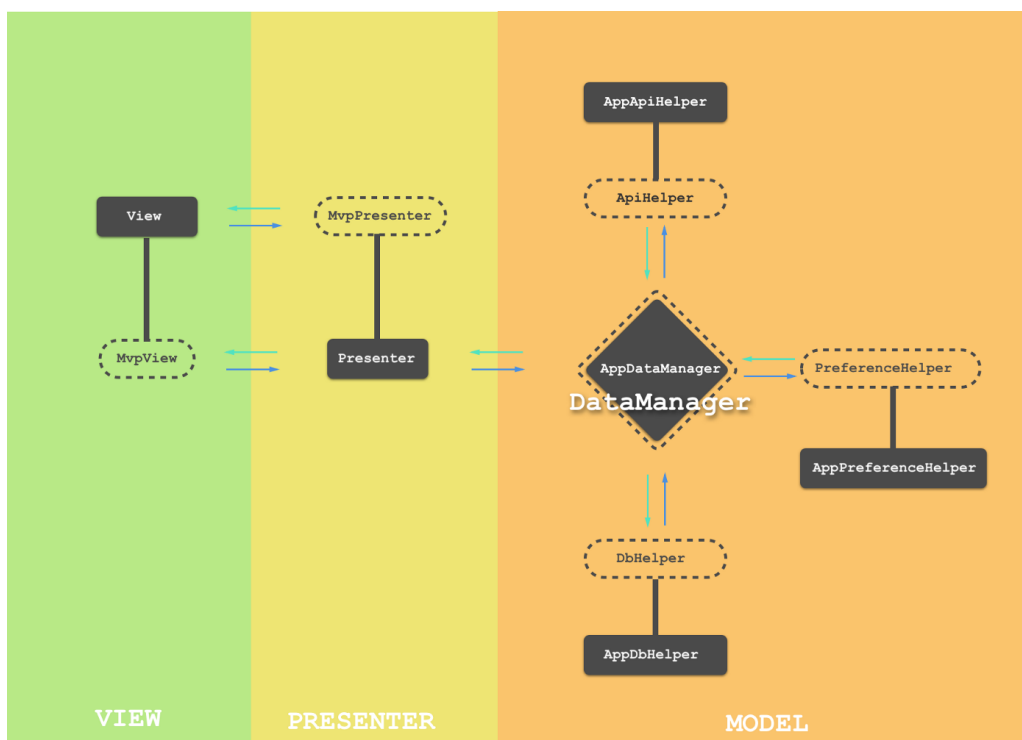
Tal com es pot veure a la il·lustració 3 les parts que formen el sistema del projecte són:

- *cRoin*: aplicació client
- El model entrenat i les etiquetes resultants realitzades amb *TensorFlow* per al reconeixement **integrat** dins de l'aplicació client.
- Emmagatzematge **integrat** dins l'aplicació client.
- APIs externes: on es fan peticions a tercers com l'obtenció del canvi de divisa i *Google Maps*.
- *Analytics* del client quan estigui publicat a *Google Play*.

## 4.1 Aplicació mòbil

*cRoin* serà una aplicació nativa d'*Android*, aquesta es programarà amb *kotlin*. L'arquitectura de l'aplicació serà amb el patró *MVP* (Model – Vista – Presentador). Aquest patró arquitectònic és una derivació del model *MVC* (Model – Vista – Controlador) on:

- Model: defineix les dades a visualitzar o d'interfície d'usuari.
- Vista: és la interfícies passiva que visualitza les dades del Model i encamina comandes d'usuari (*events*) al Presentador.
- Presentador: actua sobre el model i la vista i en fa de pont comunicador entre elles.



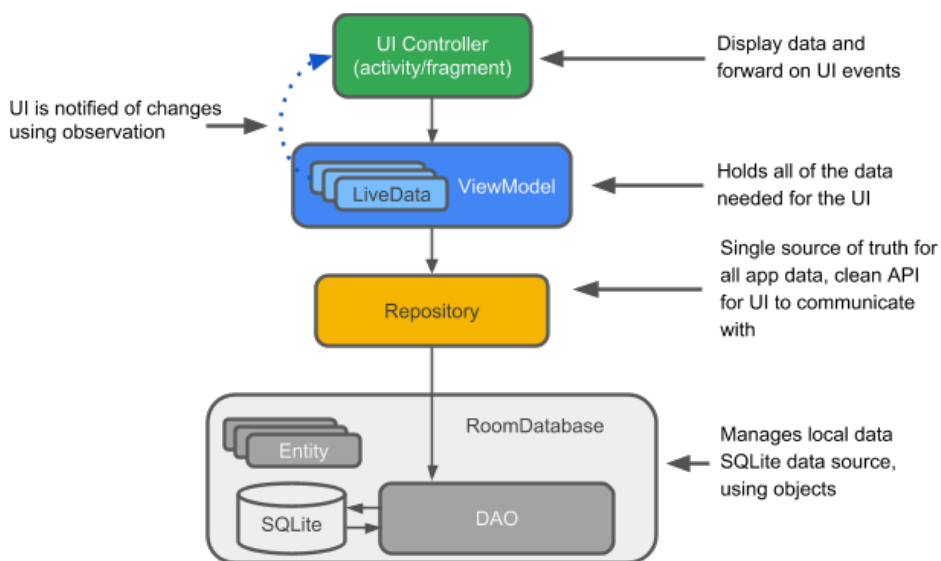
Il·lustració 89. Arquitectura MVP.  
(Font [medium.com](https://medium.com))

L'arquitectura en que és comunica l'aplicació amb la base de dades i que enllaça la capa model amb la presentador s'anomena *Repository* aquesta ofereix una *API* que comunica de manera asíncrona totes les dades de l'aplicació d'una manera molt neta amb la interfície d'usuari.

Els components d'Android que formen aquesta arquitectura són una col·lecció de biblioteques que ajuden a dissenyar aplicacions robustes, contrastades i que es poden mantenir. Des de les classes per gestionar el cicle de vida del component d'interfície d'usuari fins a la persistència de dades:

- Gestió del cicle de vida de l'aplicació amb facilitat amb els components *Lifecycle*.
- *LiveData* s'utilitza per a construir objectes de dades que notifiquen vistes quan canvia la base de dades subjacent.
- *ViewModel* guardar dades relacionades amb la interfícies d'usuari que no és destruït amb les rotacions de l'aplicació.

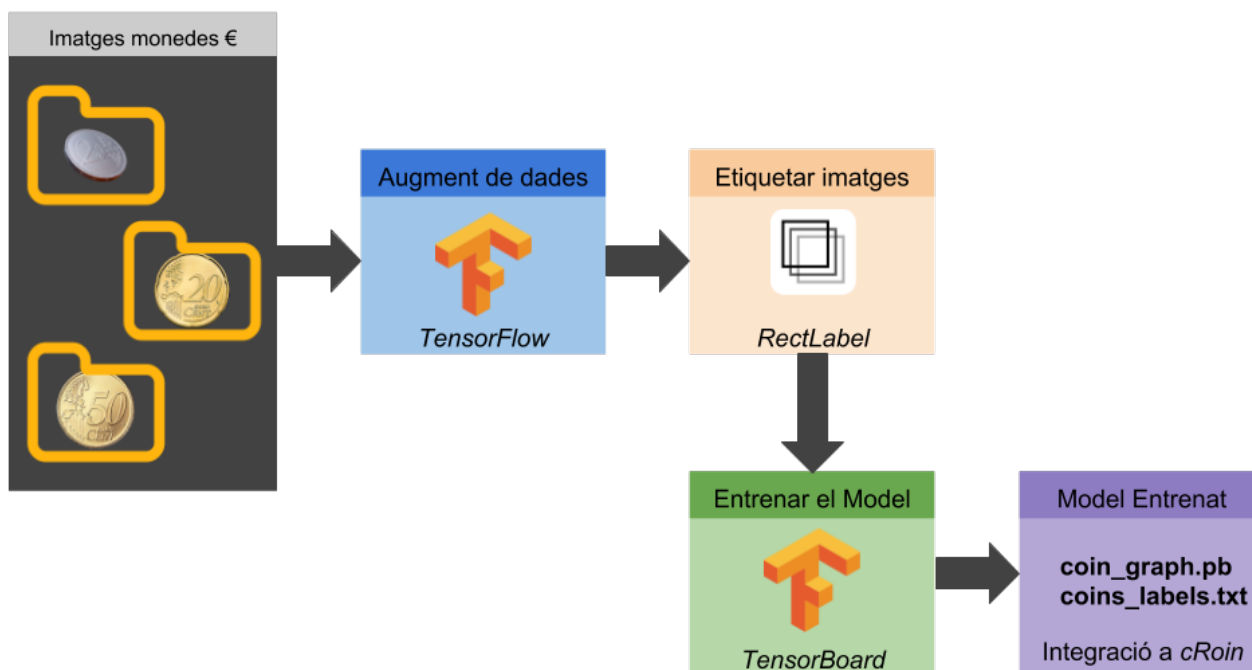
- *Room* és una biblioteca de mapes d'objectes SQLite. S'utilitza per a evitar el codi *boilerplate* i convertir fàcilment les dades de la taula SQLite en objectes *Kotlin*. Proporciona comprovacions del temps de compilació de les declaracions SQLite i pot retornar observables de varis tipus.



II-lustració 90. Interacció amb la base de dades. (Font [codelabs](#))

## 4.2 Aprenentatge automàtic

La llibreria escollida per a la realització del model entrenat ha estat *TensorFlow* (tal com s'esmenta al punt 1.2 d'aquest document).



II-lustració 91. Arquitectura del model entrenat TensorFlow

Mitjançant *Tensorflow* l'aprenentatge automàtic es realitza fora de l'aplicació *Android*. L'arquitectura i el procediment resultant de l'elaboració del model entrenat es descompon en 4 parts, executades de manera seqüencial:

1. Monedes: Disposar d'imatges de les monedes de tots els tipus per a entrenar (separades en carpetes segons valor).
2. Augment de dades: Realitzar un augment de dades sobre les imatges inicials.
3. Etiquetar: cada moneda de cada imatge.
4. Entrenar el model.
5. Obtenció dels fitxers resultants de l'entrenament:
  - *coins\_graph.pb* : conté tot el model optimitzat i comprimit per a identificar els objectes mitjançant una imatge passada.
  - *coins\_labels.txt* : és simplement un fitxer amb el nom dels diferents objectes a reconèixer.

### 4.2.1 Monedes

El primer pas per a poder entrenar un model i integrar-lo a *cRoin* és l'obtenció d'imatges de les diverses monedes que conforma la divisa euro. Cada moneda disposa d'una cara i una creu amb les següents característiques:

- La creu de cada moneda és igual per a tots els països i es diferencia de cada moneda per un gravat diferent.
- Les cares de les monedes varien segons el país, és a dir, cada país hi posa un disseny seu.
- Les cares de totes les monedes són compartides, és a dir:
  - La moneda de dos euros i la d'un euro comparteixen la mateixa imatge.
  - Les monedes de cinquanta, vint i deu cèntims comparteixen la mateixa imatge en la cara.
  - Les monedes més petites, les de 5, 2 i 1 cèntim també.
- Cada moneda té una mida diferent.

Ja que entrenar un model ja és difícil s'ha escollit diferenciar les monedes per la seva creu ja que són totes diferents, per tant s'han realitzat 100 fotografies de cada moneda per tal de realitzar-ne l'entrenament pertinent. També s'han agafat varies imatges de monedes per al seu testeig, un total de 50 entre tots els tipus.

Les imatges s'han classificat pel tipus de valor de la moneda i s'ha creat una carpeta per a cadascuna d'elles.

### 4.2.2 Augment de dades

Tot i la disponibilitat de dades, obtenir el tipus de dades adequat que coincideixi amb el cas d'ús exacte de *cRoin* és una tasca difícil. A més, les dades han de tenir una bona diversitat ja que l'objecte d'interès ha d'estar present en diferents mides, condicions d'il·luminació i planteja si es vol que la xarxa generalitzi bé durant la fase de prova (o desplegament). Per a superar aquest problema de quantitat i diversitat limitada



en que ens trobem amb les 100 monedes de cada tipus, es generarà les pròpies dades amb les dades existents de que es disposa. Aquesta metodologia de generació de dades pròpies es coneix com augment de dades.

Les tècniques d'augment utilitzades explícitament per a aquest projecte han estat:

- Escalat.
- Translació.
- Rotació a 90 graus.
- Rotació en angles mes fins.
- *Flipping* (efecte mirall).
- Addició de soroll de sal i pebre.
- Condició d'il·luminació.
- Perspectiva transformada.

Abans de realitzar cap tècnica s'han de redimensionar totes les imatges ja que totes les imatges obtingudes tenen mides diferents. A causa de la presència de capes totalment connectades en la majoria de les xarxes neuronals, es requereix que les imatges que s'administren a la *CNN* siguin d'una mida fixa. Per això abans de passar a l'augment d'imatge, es processaran les imatges a la mida que es necessita. Amb la imatge de mida fixa s'obtenen els beneficis de processar-les en lots.

Totes les transformacions inclòs el redimensionament s'ha realitzat amb *Python* i fent ús de les següents llibreries:

- *TensorFlow*
- *matplotlib*
- *numpy*

Totes aquestes transformacions han augmentat aproximadament en un 3000% el nombre d'imatges, així doncs per a cada moneda enlloc de tenir 100 imatges, ara se'n disposen 3200 i un total de 25600 imatges.

### 4.2.3 Etiquetar

Un cop obtingudes totes les imatges de les monedes ja augmentades, el següent pas és etiquetar-les. Això vol dir que es dibuixa un marc per a cada moneda de cada imatge per tal de que quan el sistema l'identifiqui ens marqui quina moneda ha identificat. Per a realitzar l'etiquetatge es farà ús d'un programa per a *iOs* anomenat *ReckLabel*, els passos a seguir per a etiquetar són:

- Establir una etiqueta a cada casella limitada per les monedes. L'etiqueta variarà depenent del valor de cada moneda: 2, 1, 0.5, 0.2, 0.1, 0.05, 0.02 i 0.01.
- Una vegada s'hagin etiquetat totes les imatges, *ReckLabel* crea un directori anomenat *annotations* amb molts fitxers *XML* que descriuen el quadre delimitador de cada imatge.

### 4.2.4 Entrenar

Una cop es tinguin totes les imatges etiquetades, el següent pas agafar tot aquest conjunt de dades i crear un directori anomenat *train* on hi aniran allotjades totes les carpetes de les imatges amb els pertinents fitxers *xml* separat per monedes.

Altrament, també es crearà un directori test on hi aniran la resta d'imatges agafades per a fer el test. Les imatges de test mai han de ser les mateixes que les de l'entrenament ja que sinó els resultats serien erronis i sortirien sempre òptims.

L'únic que falta és convertir les imatges i els seus *XMLs* en un format que *TensorFlow* pugui llegir. Aquest format s'anomena *tfrecord*, i per a generar-lo a partir de les imatges obtingudes s'han de realitzar dos passos:

- Les dades dels *xml* es converteixen en un fitxer *csv*.
- Un cop obtinguts el fitxer *csv* es crea el conjunt de dades *tfrecord*.

Abans d'entrenar el model es crea el fitxer del mapa de l'etiqueta, aquest ha de començar per l'índex 1 ja que el 0 està reservat i el format que ha de tenir és:

```
item {  
  id: 1  
  name: 'label'  
}
```

Finalment per a l'entrenament del model s'agafarà un fitxer de configuració basat en *ssd mobilnet* i es modificarà un dels paràmetres següents:

- *num\_classes*: variable que indica quantes classes hi ha, en el cas de *cRoin* 8, per cada tipus de moneda.
- *num\_steps*: per aturar la formació del model anteriorment, s'ha realitzat en 5000 *steps*.
- *fine\_tune\_checkpoint*: per indicar la ubicació del model descarregat.
- *input\_path*: ubicació del conjunt de dades a entrenar.
- *label\_map\_path*: ubicació del fitxer de mapa d'etiquetes.

El fitxer de configuració és molt extens però es definirà els termes *SSD* i *MobileNet* per que es pugui tenir una idea del que està passant en el procés:

- *SSD*: representa *Single Shot Detector*, és una arquitectura de xarxa neuronal, basada en una única *CNN*. Es diu *Single Shot Detector* perquè prediu la classe de la imatge i la posició de la caixa que representa la detecció (àncora) a la mateixa vegada.
- *MobileNet*: és un extractor de característiques convolucional, dissenyat per a treballar en dispositius mòbils, que s'utilitza per obtenir les característiques d'alt nivell de les imatges.

Un cop es té preparat el fitxer *python* modificat segons les característiques de *cRoin* s'executa l'entrenament.

Finalment s'avaluen els resultats obtinguts amb les imatges que s'ha preparat a test, per a finalment veure si el model entrenat és òptim.

### 4.2.5 Obtenció model entrenat

Les fases d'entrenament i avaluació es poden veure utilitzant la plataforma de visualització de *TensorFlow*, *TensorBoard*. Aquí es pot controlar diverses mètriques, com ara el temps d'entrenament, pèrdua total, nombre de passos i molt més. *TensorBoard* té com a avantatge que es pot executar mentre s'entrena el model, d'aquesta manera ens assegurem que l'aprenentatge sigui el correcte, per a més detall en els resultats d'obtenció del model veure apartat 5.2.1.

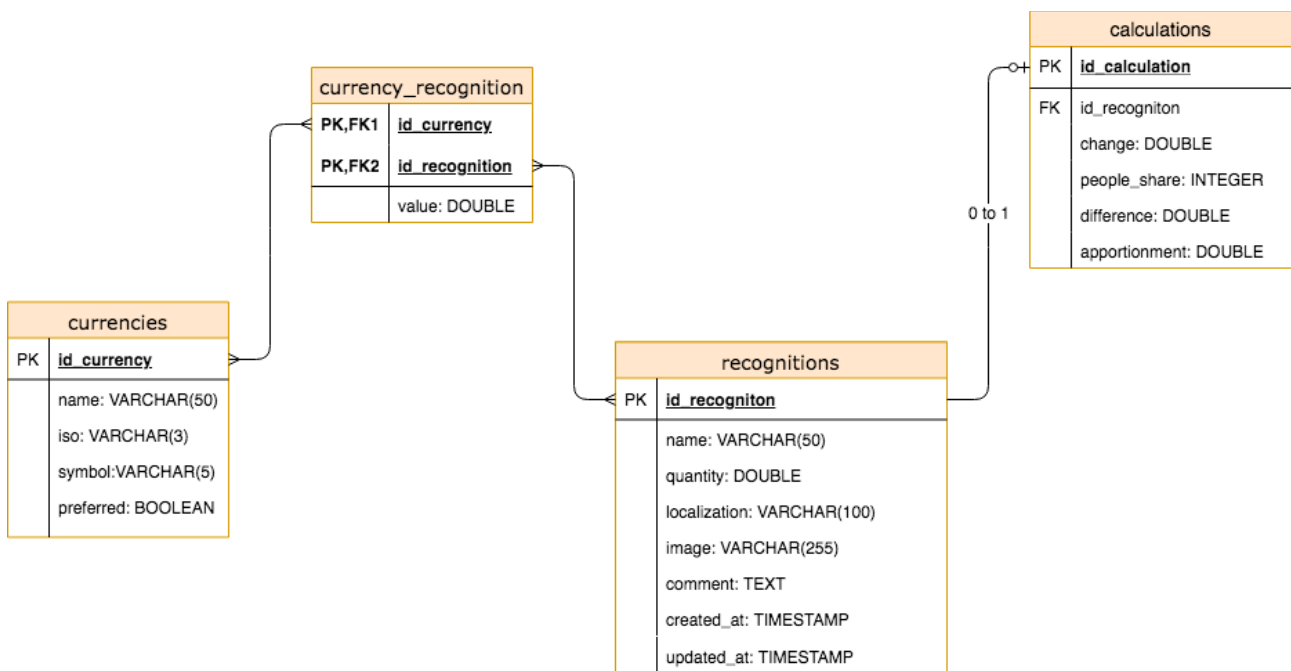
Un cop finalitzat l'aprenentatge, el següent pas és exportar el model perquè pugui ser utilitzat. *TensorFlow* proporciona un script per a fer-ho. La sortida és un fitxer congelat de la versió entrenada. Aquest fitxer juntament amb el *.txt* d'etiquetes creat anteriorment són els que s'afegiran a l'aplicació *Android* de *cRoin* per

a la seva integració de forma senzilla i força eficient. Els fitxers que internament, dins l'aplicació, comuniquen el model entrenat amb l'aplicació són: *TensorflowObjectDetectionModel* i *Classifier*. On el primer comunica les classes de l'aplicació amb *Classifier*, i aquest segon és qui realitza el reconeixement.

### 4.3 Emmagatzematge

Hi ha dos tipus d'emmagatzematge que realitza l'aplicació.

- Les imatges de cada identificació guardada s'emmagatzemen a la memòria interna
- La segona i per això, no menys important, la base de dades. Aquesta és *SQLite*, la utilitzada per *Android* i la que té mes components per interaccionar-hi (veure il·lustració 5). La base de dades és molt senzilla ja que la major part d'implementació serà l'entrenament i configuració de la xarxa neuronal. A la base de dades es guardarà informació un cop feta la detecció per a poder tenir l'històric de reconeixements i càlculs. També es guardarà el llistat de divises utilitzades per l'usuari.



Il·lustració 92. Diagrama base de dades.

### 4.4 APIs externes i Analytics

Es farà ús de dos apis externes per al recolzament de funcionalitats de l'aplicació:

- *Currency Converter*: per a obtenir-ne el canvi entre divises actualitzat a temps real.
- *GoogleMaps*: per a seu ús del seu servei de mapes.

Un cop l'aplicació estigui publicada a *Google Play* es configurarà *Firebase* per a tenir-ne un anàlisi de l'aplicació per part dels usuaris.

## 5. Implementació

Durant la fase de desenvolupament i implementació s'han utilitzat diverses eines i APIs per a portar a terme el desenvolupament de *cRoin*.

### 5.1 Eines, llibreries i APIs utilitzades

#### **Android Studio**

Per al desenvolupament de l'aplicació mòbil s'ha utilitzat l'*IDE* (entorn de desenvolupament integrat) *Android Studio*, el qual es fomenta en el programari *JetBrains' IntelliJ IDEA*.



II·lustració 93. Logotip Android Studio.

Les llibreries utilitzades dins del mateix *IDE*, afegides mitjançant *Gradle* (sistema d'automatització de construcció) són:

- *Kotlin*: llenguatge de programació en que s'ha desenvolupat l'aplicació.
- *Espresso*: llibreria de testeig unitari.
- *Tensorflow*: llibreria d'integració de *Tensorflow* amb *Android*.
- *Retrofit*: llibreria de peticions a APIs externes.
- *Converter-Moshi*: llibreria que facilita el *parseig* d'objectes *Json*.
- *Coroutines*: llibreria per a realitzar peticions asíncrones, és a dir, *threads*.
- *Logging-interceptor*: llibreria per a debuggar peticions a APIs.
- *Room SQLite*: llibreria per a muntar la comunicació entre aplicació i base de dades.
- *Lifecycle*: components per a millorar els cicle de vida dels components *Android* com ara *RecyclerViews*.
- *Google Maps*: llibreria per a connectar amb l'API de *GoogleMaps*.

Per a poder fer ús de la gran varietat d'opcions que ofereix un dispositiu mòbil, l'aplicació demana permís als següents components:

- Permís de càmera i hardware de càmera.
- Permís d'accés a internet.
- Permís d'ús del gps.

En aquest projecte en especial s'han tingut que instal·lar dos eines addicionals a *Android Studio* per a poder compilar *TensorFlow* a l'aplicació, aquestes són:

- *Cmake*: conjunt d'eines de codi obert i multiplataforma dissenyada per a construir, provar i empaquetar programari.
- *Android NDK*: conjunt d'eines que permeten implementar parts en codi natiu, utilitzant llenguatges com C i C++.

#### **TensorFlow**

El fet d'escollir aquesta llibreria i no una altra és que té una molt bona integració amb *Android* i ofereix molta documentació, suport i exemples a través de la xarxa, tal com s'especifica al punt 1.2 d'aquest document.

S'ha instal·lat les llibreries *Tensorflow* a l'ordinador per a poder-ne realitzar l'entrenament del model entrenat. Són tot llibreries de *python 2.7* i els fitxers per a crear-los també s'han realitzat amb *python*.



II·lustració 94. Logotip TensorFlow.

Les llibreries utilitzades són:

- *pip*
- *tensorflow*
- *tensorflow-gpu*
- *cuda*

### **Atom.io**

Per a l'entrenament del model s'ha utilitzat aquest editor de textos de programari lliure i codi obert. Amb el paquet *autocomplete-python* per a facilitar la codificació amb *python*. Tota la part que engloba l'entrenament i augment de dades s'ha fet amb aquest *framework*.



Il·lustració 95. Logotip Atom.io.

### **Firebase**

Per a tenir un control de l'aplicació un cop publicada es farà ús de *Firebase* per a gestionar tota la part d'*analytics*. Aquesta és una aplicació gratuïta de mesures que proporciona informació sobre l'ús de l'aplicació i el compromís de l'usuari.

*Analytics* s'integra a les funcions de *Firebase* i proporciona informes il·limitats fins a 500 esdeveniments diferents que es defineixen a *SDK* que proporciona *Firebase*. Aquests informes ajuden a entendre com es comporten els usuaris i per tant, permet prendre decisions informades sobre optimitzacions de màrqueting i optimització de l'aplicació.



Il·lustració 96. Logotip Firebase.

### **Currency Converter API**

*API* gratuïta que ofereix conversions de divises. Cada vegada que es fa una identificació es fa una crida a aquesta *API* per tal d'obtenir-ne la conversió de la detecció a la divisa preferida de l'usuari en temps real. El valor de conversió de les divises fluctua en el temps i per això es necessita aquesta *API* per a que aquesta conversió estigui actualitzada.



Il·lustració 97. Logotip API Converter.

### **Google Maps Converter API**

*API* gratuïta, però que a mitjans de l'any 2018 és de pagament a partir de cert volum de peticions. S'utilitza per a guardar la localització de la identificació que es vol guardar.



Il·lustració 98. Logotip Google Maps.

## 5.2 Testeig

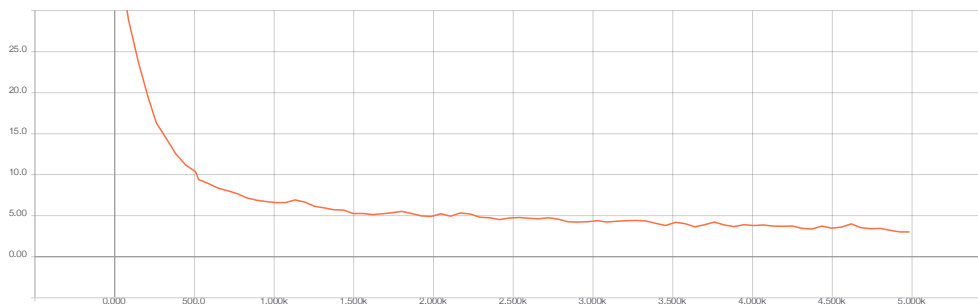
El testeig del projecte es separa en dues parts, la part de testeig del model entrenat i per altra banda de l'aplicació mòbil.

### 5.2.1 Model entrenat

*Tensorflow* proporciona llibreries per tal de poder entrenar el model com també testear-lo. Les proves realitzades s'han fet en un terminal de consola i també s'han visualitzat els resultats mitjançant *TensorBoard* una eina que proporciona *TensorFlow* per a visualitzar els resultats d'una manera més gràfica via web. Les proves ofereixen el percentatge de coincidència de les imatges analitzades. Amb aquest percentatge es veu si el model entrenat serà òptim per al seu ús.

#### Pèrdues (loss)

Durant l'execució de l'entrenament del model, en temps real, *TensorBoard* mostra les pèrdues que obté a cada pas. Les pèrdues es calculen en una funció de maximització que es pot derivar. En activacions grans pot tenir valors alts, en definitiva, és el valor que es vol que el model optimitzi. En el cas concret de *cRoin* les pèrdues són molt grans al principi de l'execució del model i van disminuint a mesura que va realitzant mes passos (*steps*). Els resultats obtinguts han oscil·lat entre una pèrdua màxima de 40 i mínima de dos i poc, com es pot veure al gràfic que es mostra a continuació:



Il·lustració 99. Gràfic proporcionat per TensorBoard de les pèrdues sobre el model entrenat de *cRoin*

Com es pot veure les pèrdues van disminuint a mesura que l'entrenament creix, això és molt positiu. Potser el que no és gaire positiu és que la pèrdua mínima no baixi de 2.63 (il·lustració 100). Tot i això és un bon resultat.

#### Precisió (accuracy)

La precisió es mostra un cop el model acaba d'entrenar en el terminal. En aquest cas (consultar il·lustració 100) es pot veure que la precisió és de 0.68 (s'agafa el primer valor que és el valor resum de tot el que s'ha calculat), per al nombre d'imatges per moneda agafades es força bona però no suficientment òptima.

```
INFO:tensorflow:Writing metrics to tf summary.
INFO:tensorflow:DetectionBoxes_Precision/mAP: 0.685879
INFO:tensorflow:DetectionBoxes_Precision/mAP (large): 0.689823
INFO:tensorflow:DetectionBoxes_Precision/mAP (medium): 0.525692
INFO:tensorflow:DetectionBoxes_Precision/mAP (small): -1.000000
INFO:tensorflow:DetectionBoxes_Precision/mAP@.50IOU: 0.817688
INFO:tensorflow:DetectionBoxes_Precision/mAP@.75IOU: 0.793677
INFO:tensorflow:DetectionBoxes_Recall/AR@1: 0.848587
INFO:tensorflow:DetectionBoxes_Recall/AR@10: 0.872247
INFO:tensorflow:DetectionBoxes_Recall/AR@100: 0.872519
INFO:tensorflow:DetectionBoxes_Recall/AR@100 (large): 0.876075
INFO:tensorflow:DetectionBoxes_Recall/AR@100 (medium): 0.738667
INFO:tensorflow:DetectionBoxes_Recall/AR@100 (small): -1.000000
INFO:tensorflow:Losses/Loss/classification_loss: 2.636626
INFO:tensorflow:Losses/Loss/localization_loss: 0.158612
INFO:tensorflow:Metrics written to tf summary.
```

Il·lustració 100. Resultats obtinguts de la creació del model

## 5.2.2 Aplicació mòbil

S'han realitzat dos tipus de tests per a l'aplicació mòbil: de manuals i d'automàtics.

Per al test manual s'ha realitzat un *checklist* de proves on es llista a continuació:

Pantalla	Prova
<i>SplashScreen</i>	Mostrar pantalla. Execució de la <i>Home</i> un cop passat el temps de càrrega de l'aplicació.
Home	Càrrega del menú inferior. Animació del botó d'identificació. Correcte funcionament del menú inferior.
Identificació	Obtenció de la imatge capturada. Detecció de les monedes de la imatge. Obtenció del canvi de divisa en cas de tenir una divisa preferida. Obtenció de la posició gps del dispositiu. Guardar registre.
Històric	Visualització del llistat de registres en cas d'haver-n'hi. Eliminar registre. Mostrar posició gps d'on es va realitzar el registre.
Divisa	Visualització de contingut. Càrrega de divises a l'objecte <i>spinner</i> . Afegir divisa a llistat de divises desitjades. Marcar divisa com a preferida. Desmarcar divisa com a preferida. Eliminar divisa del llistat.

Taula 30: Checklist proves.

### Tests automàtics

Amb el *framework Espresso* s'ha creat un test d'interfície d'usuari per a simular el comportament de l'aplicació en la secció de llistat de divises. Aquest tipus de tests ens permeten realitzar una seqüència d'accions encadenades o no sobre l'aplicació. L'encarregat d'executar aquests tests és *JUni4 d'Android*.

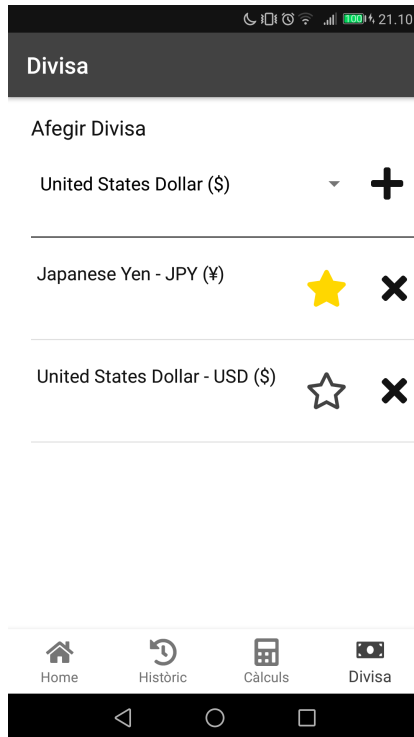
La seqüència de tasques que ha realitzat el test de la pantalla Divisa són:

- Un cop executada l'aplicació, mitjançant el menú inferior anar a la pantalla Divisa.
- Seleccionar la divisa Japonesa, el *Yen*.
- Prémer el botó Afegir la divisa a la llista.
- Acceptar el diàleg per afegir la divisa.
- Seleccionar la divisa dòlar Bàrdar.
- Prémer el botó Afegir la divisa a la llista.
- Acceptar el diàleg per afegir la divisa.

Per a aquest test s'ha creat una classe dins de androidTest anomenada *AddCurrencyTest.kt*



II-lustració 101: Pantalla Home



II-lustració 102: Pantalla Divises



II-lustració 103: Pantalla de detecció



II-lustració 104: Pantalla de guardar detecció



II-lustració 105: Pantalla Històric



## 6. Conclusions

Un cop acabat el TFM s'ha analitzat tota la feina realitzada i se n'han extret una sèrie de conclusions que s'exposen a continuació.

La realització d'aquest treball m'ha permès aplicar tots els coneixements adquirits durant les diverses assignatures de la carrera, com també aprendre a desenvolupar una aplicació *Android* amb *Kotlin*, com també generar un model amb *TensorFlow* de reconeixement de monedes i poder aprofundir els coneixements en intel·ligència artificial, concretament en *deep learning*.

En termes generals crec que el projecte ha anat força be. S'ha desenvolupat una aplicació que inclou un model entrenat per al reconeixement de monedes que era la funcionalitat principal i pel qual s'ha realitzat el projecte. En quant a la planificació no hi ha hagut problemes fins a la fase d'implementació, durant aquesta fase es van trobar aquests següents imprevistos:

- En quant a l'elaboració de l'entrenament del model amb *TensorFlow* es va tardar molt més temps de l'estimat. Les principals causes van ser el desconeixement de la tecnologia i la següent mala implementació, ja que primer es va elaborar un model de classificació i el que volia, segons les meves necessitats era un model de detecció en real de càmera. El fet de que el model ha de ser de detecció requereix d'un ordinador amb una tarja gràfica *NVIDIA*, per sort en dispo d'un però no és on es realitzaven els models i canviar de màquina i tornar a instal·lar les llibreries necessàries també han endarrerit el projecte.
- La implementació del model en l'aplicació requereix instal·lar llibreries addicionals a *Android Studio*. Aquestes llibreries han de ser d'una versió en concret per a poder compilar i executar el projecte.
- Implementar l'aplicació amb *Kotlin* ha requerit més esforç del que em pensava tot i estar avesada a *Android Studio* hi ha coses que són una mica diferents que programar amb *Java*.

Per tal de poder realitzar totes les tasques i a mes a mes, acabar totes les funcionalitats, es van augmentar les hores d'implementació durant la setmana, van passar de 4,5 hores laborals diàries a 6. I els caps de setmana i festius a 10. Les funcionalitats acabades han estat:

- S'ha finalitzat el disseny de l'aplicació, aquesta és accessible per a persones amb dificultats, per exemple fent ús de l'aplicació *TalkBack* les persones amb dificultats visuals la poden utilitzar.
- És multi idioma, tot i que l'usuari no escull l'idioma, l'aplicació detecta en quin idioma està el dispositiu mòbil i en mostra l'aplicació amb l'idioma d'aquest. Els idiomes disponibles són: català, castellà i anglès.
- Reconeix monedes de la divisa d'euro.
- Es guarden reconeixements amb les dades següents: valor identificat, data, localització, nom, descripció, el canvi a la divisa preferida i la captura.
- Es llisten els reconeixements guardats.
- Es poden afegir divises per a que un cop s'hagi fet el reconeixement en faci la conversió. Es poden tenir tantes divises com es vulgui però només una de preferida que és la que convertirà.

Per contra les funcionalitats no acabades han estat:

- La pantalla de realització de càlculs.
- Tot i haver realitzat un model que detecta monedes d'euro la seva precisió no es la desitjada. Actualment té una precisió del 60% en la detecció de les monedes, només en la part de la cara. La creu és compartida per a varies monedes de diversos valors i això en dificulta la seva detecció,

així també s'ha de tenir en compte que hi ha varis gravats segons cada país i per tant per a que desenvolupar un model de les mateixes característiques que l'actual s'haguessin necessitat 10 vegades mes imatges de les utilitzades i per tant molt mes temps d'elaboració del model.

- La publicació i per tant la incorporació de *Firebase* al projecte. Degut a que, tot i disposar de la major part de les funcionalitats principals, considero que no es pot publicar per la falta dels dos punts anteriors.

El resultat obtingut ha estat òptim tot i els problemes que m'he anat trobant al llarg del camí i no poder haver acabat amb la funcionalitat esmentada com tampoc en la millora de la detecció. Tot i això n'estic molt satisfeta he après molt sobre la intel·ligència artificial i *TensorFlow* i ho he sabut implementar per a realitzar-ne una aplicació mòbil útil per al mercat actual.

Finalment, he de dir que he gaudit en l'aprenentatge i l'elaboració d'aquest projecte i els resultats obtinguts, tot i que millorables, són força adequats per al temps disposat i les dificultats trobades al llarg del camí. Ha estat una experiència enriquidora que m'ha donat ganes a seguir investigant en aquest camp de la informàtica, tot i que no és la branca amb la que em dedico laboralment.

### 6.1 Línies de futur

Tant el límit de temps com els imprevistos no han permès acabar amb tot el que es volia de l'aplicació, així doncs les línies de futur a seguir seran, en aquest ordre:

- Millorar la precisió del model i poder arribar al 90% independentment de la cara de la moneda d'euro.
- Acabar la funcionalitat pendent de l'aplicació: realitzar càlculs.
- Afegir un filtre per a buscar reconeixements per data, nom o localització.
- Testejar-la amb usuaris reals per a obtenir *feedback* de l'aplicació acabada.
- Publicar l'aplicació a *Google Play* amb la integració de *Firebase* per a obtenir-ne les estadístiques i rebre *feedback* els *analytics*.
- Posteriorment i depenent de l'èxit ampliar les divises a detectar com ara dollars americans, iens japonesos, ...
- Ja que el model és útil per a qualsevol tipus d'aplicació independentment del sistema operatiu del dispositiu, ampliar el seu desenvolupament a la resta d'entorns mòbils: *iOs* i *Windows Phone*.

## 7. Glossari

- **Analytics:** mesura per a analitzar el comportament d'aplicacions mòbils en aquest context.
- **Android:** Sistema operatiu de codi obert basat en *linux* de *Google* per a dispositius mòbils.
- **API:** *Application Programming Interface*, és un conjunt d'aplicacions, quant a funcions i procediments, ofert per un altre programa per a interaccionar amb el programa en qüestió.
- **Backend:** Part d'un sistema que controla i processa l'entrada des de la part que interactua amb els usuaris i en retorna la informació requerida.
- **Backtracking:** Algorisme per a trobar solucions per a problemes computacionals.
- **Benchmarking:** Procés el qual es recopila informació i s'obtenen noves idees mitjançant la comparació entre productes.
- **CNN:** Sigles de *Convolutional Network Neural*, és a dir, Xarxes neuronals convolucionals.
- **Diagrama de Gantt:** Eina gràfica que mostra el temps de dedicació previst per a cada tasca al llarg del projecte.
- **DCU:** Disseny centrat en l'usuari. Filosofia de disseny de productes i aplicacions on l'usuari és al centre del procés.
- **Deep learning:** aprenentatge profund, és una tècnica d'extracció i transformació de noves característiques del processament de la informació.
- **Framework:** L'entorn de treball o marc de treball és Infraestructura de programari que, en la programació orientada a objectes, facilita la concepció de les aplicacions mitjançant la utilització de biblioteques de classes o generadors de programes.
- **Machine learning:** Aprenentatge automàtic, és un camp de la intel·ligència artificial que està dedicat al disseny, l'anàlisi i el desenvolupament d'algorismes i tècniques que permeten que les màquines evolucionin.
- **Open source:** és un enfocament per al disseny, desenvolupament i la distribució que ofereix un accés pràctic al codi font del producte (béns i coneixements) de manera gratuïta.
- **Play Store:** Botiga que ofereix aplicacions per a Android.
- **Shadowing:** Tècnica inclosa en el DCU que tracta de la observació en l'ús d'una aplicació en aquest cas.
- **Sketches:** esbós, dibuix fet a mà ràpidament que no es considera que sigui un treball finalitzat.
- **Smartphone:** Telefon intel·ligent.
- **TFM:** Treball Final de Màster.
- **Xarxes neuronal:** també anomenada **xarxa neuronal simulada** o senzillament **xarxa neuronal**, és un conjunt de neurones artificials interconnectades que utilitza un model matemàtic o computacional de processament de dades basat en una aproximació connexionista per a la computació.

## 8. Bibliografia

### 8.1 Recursos de text

- **Disseny centrat en l'usuari**  
Autors: Muriel Garreta Domingo, Enric Mor Pera.  
Universitat: Universitat Oberta de Catalunya, Màster d'Enginyeria Informàtica.  
Data de publicació: -  
Llicència: Llicència de reconeixement – compartir igual.
- **Desenvolupament d'aplicacions basades en l'Android**  
Autors: Robert Ramírez Vique.  
Universitat: Universitat Oberta de Catalunya, Màster d'Enginyeria Informàtica.  
Data de publicació: -  
Llicència: Llicència de reconeixement – compartir igual.
- **Android Development with Kotlin**  
Autors: Marcin Moskala, Igor Wojda.  
Llicència: Copyright @ 2017 Pack Publishing

### 8.2 Recursos web

#### Towards Data Science

<https://towardsdatascience.com/battle-of-the-deep-learning-frameworks-part-i-cff0e3841750> [Setembre 18]

#### Enquesta en català

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfJLaQMTPt6pz4g9\\_tTBV5r\\_xtn3WL8MHU5vZ\\_pSrrQUxaPxA/viewform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfJLaQMTPt6pz4g9_tTBV5r_xtn3WL8MHU5vZ_pSrrQUxaPxA/viewform)  
[Octubre 2018]

#### flickr.com

<https://www.flickr.com/creativecommons> [Octubre 18]

#### Plantilles *sketches*

<https://sketchsheets.com/> [Octubre 18]

#### Justinmind - Prototipus

<https://www.justinmind.com/> [Octubre 18]

#### Prototipus interactiu

<https://www.justinmind.com/usernote/prototypes/37357462/37470817/37470820/index.html> [Octubre 18]

#### Arquitectura MVP

<https://medium.com/mindorks/android-architecture-patterns-mv-c-p-vm-4594574eeaa1> [Octubre 2018]

#### Diagrames UML

<https://www.draw.io/> [Octubre 2018]

#### TensorFlow

<https://www.tensorflow.org/> [Octubre, Novembre, Desembre 2018]

#### Android Studio Guidelines

<https://developer.android.com> [Octubre, Novembre, Desembre 2018]

#### Espresso Tutorial [Novembre, Desembre 2018]

<https://medium.com/mindorks/android-testing-part-1-espresso-basics-7219b86c862b> [Novembre, Desembre 2018]



## 9. Annexes

Els annexes exposats, i que s'adjunten a part, són documents massa extensos per a incloure'ls a la memòria i donen informació complementària a aquest document.

**Annexe I.** Manual d'instal·lació. Tant de l'aplicació compilada (*apk*) com el manual d'instal·lació del codi en local (aplicació i llibreries *TensorFlow* per a generar el model).

**Annexe II.** Manual d'usuari. Ús de l'aplicació.

**Annexe III.** Bibliografia ampliada. Tota la bibliografia consultada per a la realització d'aquest *TFM* es mostra en aquest annexe ja que és molt extensa.