

Grau en Enginyeria Informàtica de Gestió i Sistemes d'Informació

Aplicació per la compravenda d'articles de la llar amb realitat augmentada (Memòria)

Tutor: Josep Roure
Autor: Guillem Teodoro
Escola superior Politècnica Tecnocampus Mataró

Resum

Aquest treball es centrara en la investigació sobre la tecnologia coneguda com a realitat augmentada, estudiant les possibilitats d'aquesta.

Es desenvoluparà una aplicació capaç de representar un model 3D en un escenari real mitjançant la realitat augmentada, s'estudiara la creació de una aplicació capaç de convertir en models 3D una sèrie d'imatges d'un objecte i es prepararan els ciments per aconseguir un negoci real i rentable a partir d'aquests principis.

Resumen

Este trabajo se centrará en la investigación sobre la tecnología conocida como realidad aumentada, estudiando las posibilidades de ésta.

Se desarrollará una aplicación capaz de representar un modelo 3D en un escenario real mediante el uso de realidad aumentada, se estudiará la creación de una aplicación capaz de convertir en modelos 3D una serie de imágenes de un objeto y se prepararán los cementos para conseguir un negocio real y rentable a partir de estos principios.

Abstract

This work will focus on research on the technology known as augmented reality, studying its possibilities.

An application capable of representing a 3D model in a real scenario will be developed through the use of augmented reality, the creation of an application capable of converting a series of images of an object into 3D models will be studied and the cements will be prepared to achieve a real and profitable business from these principles.

Índex

Glossari de termes	III
1. Abstract i introducció	2
2.Marc teòric i anàlisi de referents	4
2.1. Anàlisi del comerç online dels articles de la llar.	6
2.2. Vessant Tecnològica.	8
2.2.1 Fotogrametria o renderització volumètrica amb IA.	9
2.2.2 Estudi de xarxes neuronals per a renderització volumètrica	10
2.2.2 Desplegament en Realitat Augmentada	16
2.3 Tendències	17
2.3.1 Tendències Realitat Virtual	17
2.3.2 Tendències Realitat Augmentada	18
3.Objectius i abast	20
4.Metodologia	23
5. Desenvolupament	28
5.1 Disseny de l'aplicació	29
5.2 Desenvolupament de l'aplicació	35
5.3 Aplicació resultant	41
6. Possibles propostes de negoci	51
7.Anàlisi de resultats	59
8.Conclusions	61
9. Possibles ampliacions	63
Bibliografia	65

Índex de figures

Fig. 2.1.1. Estudi Distribució Despeses a Internet. INE 2019.	6
Fig. 2.1.2. Estudi Distribució Despeses a Internet. INE 2019.	7
Fig. 2.2.2.1. Representació Tècnica NeRF. NeRF. 2020	11
Fig. 2.2.2.1.1. Representació Tècnica NeRS. NeRS. 2021	12
Fig. 2.2.2.1.2. Esquema del comportament dels reflexes. NeRS. 2021	14
Fig. 2.2.2.1.4. Diferència entre la imatge inicial i la predicció de la textura en un “Environment Map”. NeRS. 2021	14
Fig. 2.2.2.1.4. comparació entre Ners i altres solucions. NeRS. 2021	14
Fig. 4.1. Desenvolupament Incremental. Software Engineering 9th edition Ian Somerville ...	25
Fig. 4.2. Desenvolupament Cascada. Software Engineering 9th edition Ian Somerville	26
Fig. 5.1 Disseny conceptual inicial	29
Fig. 5.2 Disseny Inicial	30
Fig. 5.3 Disseny Inicial pàgina compradors.	31
Fig. 5.4 Disseny Inicial pàgina venedors	32
Fig. 5.5 Disseny Inicial pàgina article	33
Fig. 5.6 Disseny Inicial pàgina articles venedors	34
Fig. 5.2.1 Fitxers aplicació	36
Fig. 5.2.2 Patró Singleton	37
Fig. 5.2.3 Controlador Main Menu	38
Fig. 5.2.4 Recuperació model servidor remot	38
Fig. 5.2.5 Funció control moviment model3D	39
Fig. 5.2.6 Compartir imatges	40
Fig. 5.3.1 Vista Inicial	41
Fig. 5.3.2 Articles.	42
Fig. 5.3.3 Realitat augmentada	43
Fig. 5.3.4 Vista confirmada 1	44
Fig. 5.3.6 Afegir article	45
Fig. 5.3.7 Probes	46
Fig. 5.3.8 Resultat	47

Index

Fig. 5.3.9 Compartir	48
Fig. 5.3.10 Model Json	49
Figura 6.1. Estudi d'ingressos i despeses segons nombre de clients	56
Figura 6.2. Gràfic estudi d'ingressos i despeses segons nombre de clients	57
Com es pot veure en la figura 6.2, al passar els 5 clients els ingressos sempre superaran les despeses, per tant, serà un negoci rentable.	57
Figura 6.3. Predicció costos i beneficis anual segons nombre de clients	57
Figura 6.4. Gràfic de l'estudi de costos i beneficis anual segons nombre de clients	58

Glossari de termes

TFG	Treball Final de Grau
NeRF	Neuronal Radiance Fields
NeRS	Neural Reflectance Surfaces
VR	Realitat Virtual
AR	Realitat Augmentada

1. Abstract i introducció

L'objectiu d'aquest TFG és el disseny i implementació d'una aplicació de realitat augmentada, així com l'estudi d'un negoci a partir d'aquesta.

Concretament aquesta aplicació ha de permetre:

- Escanejar als usuaris venedors objectes 3D que tenen a les seves tendes.
- Permetre als clients veure aquests objectes a través del seu dispositiu utilitzant realitat augmentada.
- Crear un "marketplace" amb aquestes dues implementacions, les quals el farien el lloc ideal per la compravenda d'electrodomèstics, articles de la llar i altres.

A partir d'aquests principis, acabar creant un negoci que sigui rentable i que ofereixi avantatges tant a compradors com venedors.

La motivació d'aquest TFG és apropar aquella tecnologia que usualment només està a l'abast de les grans empreses a altres negocis o venedors més petits.

Per fer una idea, IKEA, la gegant de la venda d'articles de la llar, va llançar una aplicació al mercat que gràcies a la realitat augmentada, permet veure com queden els seus mobles a casa teva.

Evidentment, aquesta aplicació només té mobles d'IKEA, el que fa que altres petites i mitjanes empreses tinguin encara més difícil competir contra la multinacional ja que elles no poden oferir als clients tantes facilitats com ofereixen les grans multinacionals.[3]

Amb aquesta proposta l'objectiu serà aconseguir un benefici mutu entre la nostra empresa, els clients i els venedors alternatius d'articles de la llar, apropant aquesta tecnologia innovadora a les seves empreses sense que hagin de fer una inversió exorbitant.

Aquest projecte està dividit en tres parts, la primera part és la creació d'un sistema que sigui capaç de recrear un objecte 3D a partir d'unes quantes imatges, la segona part és la de crear una aplicació que permeti el desplegament d'aquests objectes i finalment la tercera, és la creació d'un negoci rentable a partir de les dues funcionalitats anteriors.

En quan a desenvolupament, el treball està principalment orientat a la segona part del projecte, degut a la gran quantitat de treball temps i recursos que requeriria un projecte d'aquestes característiques. Un cop assolits els objectius de la segona part, s'ha estudiat com portar a terme i quina viabilitat i possibilitats té la primera part, que consisteix en crear una aplicació enllaçada a un servei "cloud", que permeti crear representacions 3D a partir d'imatges fetes amb el mòbil .

Cal esmentar que aquest serà un treball que té com a prioritat el descobriment tecnològic i que, en cas de disposar de temps i pressupost, podria esdevenir també un projecte empresarial, però aquest no és l'objectiu inicial.

2.Marc teòric i anàlisi de referents

La realitat augmentada és una tecnologia que ofereix una experiència interactiva entre el món real i objectes o informació virtual, tot això a partir d'un dispositiu que permet tant generar aquesta informació virtual, com visualitzar-la.

És una tecnologia germana de la realitat virtual, la diferència entre aquestes dos, és que la realitat virtual és una experiència totalment immersiva en un mon virtual generat, mentre que la realitat augmentada és la combinació del mon real i el mon virtual.

Generalment la realitat augmentada utilitza dispositius com ara telèfons mòbils o ulleres especialment dissenyades per tal d'aconseguir representar aquests elements virtuals.

També cal diferenciar-la de l'holografia, on els elements virtuals són creats en el mon real, amb projectors làsers, la realitat augmentada només permet veure els elements a través del dispositiu. [2]

La realitat augmentada, és una tecnologia de la que ja fa anys s'està parlant i segueix en auge. Tot i això, encara és una tecnologia en desenvolupament i que per tant hi ha moltes possibilitats per aplicar-la que encara no han estat explotades. Ja fa uns anys, per exemple va tenir una gran influència en videojocs.

El gran boom que va significar el llançament de "pokemon go" va donar a conèixer a la majoria què era la realitat augmentada i quines possibilitats oferia. Més actualment a les xarxes socials ha sigut tota una revolució, amb la creació de filtres per a les fotografies, sobretot a les famoses "stories" d'Instagram.

No obstant, aquesta s'ha quedat una mica estancada en altres tipus de negoci, ja que les necessitats tecnològiques per escanejar un objecte real eren elevades i només es podia fer amb aparells amb costos molt elevats com ara escàners làser que tot i ser molt més precisos, també son molt més costosos.

Gràcies a l'evolució de la tecnologia dels telèfons mòbils d'aquests darrers anys, han anat sorgint eines que permeten escanejar objectes 3D amb una precisió bastant elevada, utilitzant fotogrametria, i que per tant, s'han obert les possibilitats d'oferir solucions aplicant realitat augmentada en altres camps, ergo, moltes possibilitats de negoci.

La fotogrametria és la ciència i tecnologia que permet obtenir informació fiable d'objectes físics a partir d'imatges, ja siguin fotografies o patrons electromagnètics. Especialment s'utilitza en creació de models 3D, però també té molta força en camps com l'arqueologia o cartografia.

Com ja s'ha esmentat abans, fa poc IKEA va estrenar una aplicació que ofereix la possibilitat de representar virtualment els mobles de la seva botiga amb realitat augmentada, de manera que podem veure com queden aquests en l'espai en el que volem afegir-los.

Aquesta solució ofereix una facilitat increïble a l'hora de comprar de manera online, ja que no hem d'imaginar ni calcular nosaltres mateixos l'espai que ocuparia i com quedaria, sinó que directament ho podem veure a través de la nostra pantalla, el que també ens ofereix una seguretat i tranquil·litat al assegurar-nos que no tindrem problemes logístics o que rebrem quelcom que no es correspon amb el que esperàvem .

Gràcies a diversos codis oberts, llibreries, i eines de desenvolupament, podem tenir en ment com fer una aplicació amb les mateixes característiques que les d'IKEA però amb un cost molt menor, i que ajudaria a la petita empresa de venda de mobles i objectes de la llar.

L'objectiu serà oferir les mateixes solucions que aquesta, d'una manera que sigui rentable tant pel negoci desenvolupador com pel negoci de venda d'articles de la llar, utilitzant contractes intel·ligents.

2.1. Anàlisi del comerç online dels articles de la llar.

Com podem veure en la figura 2.1.1, la venda online en el sector de mobles i articles de la llar encara ha d'explotar comparat amb els altres sectors, és a dir, que en aquest sector, la compra és encara majoritàriament presencial, mentre que altres sectors com oci i cultura o transport la compra ja és majoritàriament online.



Fig. 2.1.1. Estudi Distribució Despeses a Internet. INE 2019.

Solucions com la que s'està desenvolupant en aquest treball podrien ajudar a incrementar el percentatge de venda online en el sector, cosa que generalment també significa un increment del percentatge de facturació total, ja que la facilitat que dona comprar des de casa també fa que es compri més, i que puguem obtenir beneficis d'altres necessitats de la venda online, com ara la logística.

També, en el gràfic de la figura 2.1.2, que analitza perquè la gent decideix no comprar online, podem veure que un gran nombre prefereix anar a comprar presencialment a la tenda, amb una de les raons principals per poder veure el producte, fet que es solucionaria representant l'article amb realitat augmentada i que permetria veure'l des de casa.

Una de les altres raons que té força pes per no comprar online amb un 12-14% dels enquestats és la falta de confiança en devolucions recepció o reclamacions del producte. Gràcies a aquesta solució, es podrien reduir dràsticament les devolucions per raons com que l'article no sigui com es pensava, ja sigui per mida o aspecte.

Això ajudaria indirectament també reduir els costos logístics que provoca una devolució o canvi.

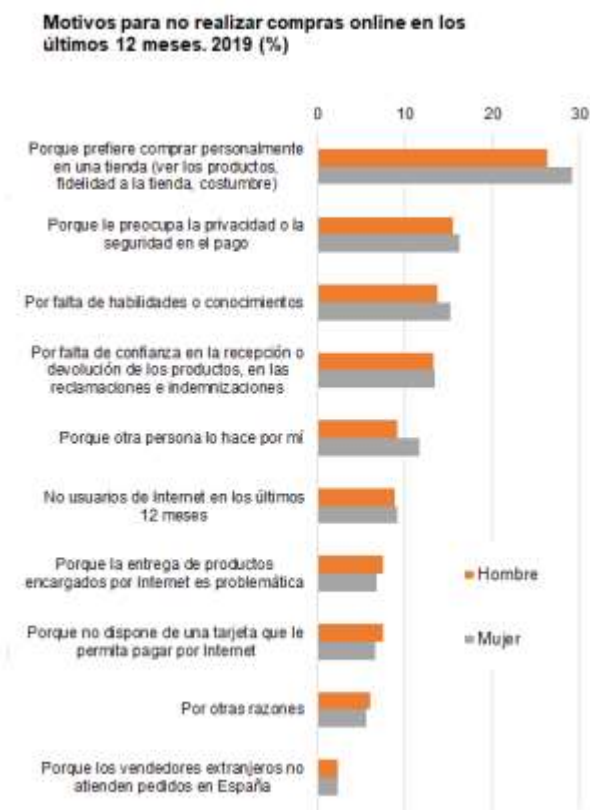


Fig. 2.1.2. Estudi Distribució Despeses a Internet. INE 2019.

2.2. Vessant Tecnològica.

En quan a la primera part, la obtenció d'un model 3D a partir d'imatges, hi ha dues tecnologies que permetrien aconseguir el resultat esperat;

Renderització superficial: La renderització superficial consisteix en agafar informació de diverses imatges per tal de poder reconstruir la superfície d'aquest model en 3D, és a dir la capa exterior visible, aquesta tècnica també s'anomena fotogrametria.

Renderització volumètrica: A diferència de la renderització superficial, la renderització volumètrica és capaç d'aconseguir tota la informació de l'objecte, no només la superfície sinó tot el cos en si, així com la llum, les ombres etc...

Generalment aquesta tecnologia s'utilitza en camps com la medicina, on a partir de ressonàncies i altres tipus d'experiments que donen aquesta informació, es pot generar un model complet del que s'estigui escanejant.

Tot i que la renderització volumètrica generalment l'aconseguim a partir de més que fotos, el 2020, va néixer una nova tecnologia anomenada NeRF (Neural Radiance Fields), una solució que com diu el nom utilitza una xarxa neuronal per tal de crear representacions 3D d'escenaris concrets, a partir d'una funció continua. Aquesta és creada a partir de la posició en un eix de coordenades de cada una de les imatges inicials, i la direcció d'aquestes en aquest eix.

2.2.1 Fotogrametria o renderització volumètrica amb IA.

Per tal de decidir quina tecnologia seria millor utilitzar de cara la nostra aplicació, s'ha estat provant dues solucions, una de cada tipus d'escaneig.

Fotogrametria (Meshroom):

- Alternatives: existeixen moltes solucions que utilitzen fotogrametria.
- Preu: existeixen moltes aplicacions gratuïtes de fotogrametria, i en el cas de haver de crear un nou algoritme, aquest no és molt complex.
- Resultat: tot i que el resultat és reconeixible i acurat, la definició és molt distant a la realitat, té molts problemes amb objectes transparents i és incapaç de representar aquests, també és sensible al reflex de la llum.

Renderització volumètrica (NeRF):

- Alternatives: La majoria de sistemes que utilitzen NeRF, estan encara en fases molt inicials, la millor solució és la que ofereix l'empresa Nvidia, Instant NeRF, que és capaç de crear aquests escenaris en segons. [10]
- Preu: Instant NeRF és una solució de codi obert, però no lliure, tots els drets estan reservats a "Nvidia" però es pot utilitzar per investigació. Si s'hagués de crear un xarxa neuronal pròpia utilitzant NeRF, es necessitaria de bastants més recursos.
- Resultat: el resultat d'una recreació amb NeRF és realment extraordinari, la qualitat en la renderització és molt més elevada que en la fotogrametria i els objectes semblen pràcticament reals. No té problemes a l'hora d'identificar objectes transparents com ara vidres, i la llum no causa problemes a l'hora de representar objectes que reflecteixen aquesta.

Per tal d'aconseguir aquestes representacions s'ha hagut d'aprendre a utilitzar tant Meshroom com NeRF, i fer una comparativa de resultats, cal afegir que Meshroom és més fàcil d'utilitzar ja que disposa d'una aplicació per ordinador, mentre que NeRF, és un projecte sense interfície que s'ha d'executar mitjançant comandes.

En conclusió, queda clar que la renderització volumètrica amb IA és una solució molt més efectiva i que ofereix millors resultats. L'inconvenient és que al ser una tecnologia de la que encara no existeixen suficients eines per al desenvolupament, la necessitat d'inversió per crear un sistema així seria totalment desproporcionat al possible pressupost que podria obtenir una petita o mitjana empresa. Això fa que la fotogrametria esdevingui una eina més pràctica i plausible per un projecte d'aquestes característiques.

Tot i que ha quedat clar que NeRF és una gran solució és aquesta viable?

2.2.2 Estudi de xarxes neuronals per a renderització volumètrica

Per estudiar sobre com crear una xarxa neuronal de renderització volumètrica primer s'ha començat a investigar sobre instant NeRF, el sistema de renderització volumètrica d'Nvidia, però el fet de que treballi majoritàriament amb Cuda, plataforma creada per Nvidia per a la computació paral·lela, ho fa complicat per poder arribar entendre el codi sense experiència programant amb aquest sistema. Explicar que fa a nivell extern és senzill d'entendre però a nivell intern té una alta complexitat, el que fa que sigui millor buscar altres alternatives semblants, més fàcils d'entendre i fàcils de reproduir .

Com funciona la tecnologia NeRF?

Per explicar com funciona la tecnologia Nerf s'ha utilitzat el projecte de la UC de Berkeley i Google :

Per crear una representació 3D el que fa NeRF és agafar cada una de les imatges inicials i per cada un dels seus pixels enviar "rajos"(vectors) , aquests rajos són capaços de detectar la densitat, per tant sabran si xoquen amb un objecte o no i també el color, de manera que per cada punt de l'eix de coordenades s'assigna un color i una densitat, que pot variar depenent de quina direcció es mira aquest punt.

Això s'aconsegueix mitjançant una funció que agafa la posició en l'eix de coordenades i la direcció per cada pixel, i retorna el color i la densitat del punt on xoca amb l'objecte aquest raig fictici.

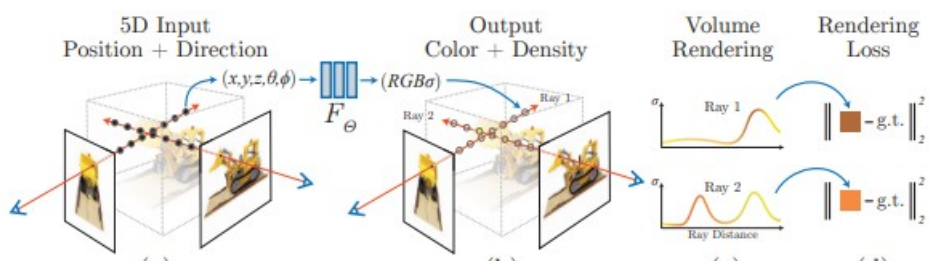


Fig. 2.2.2.1. Representació Tècnica NeRF. NeRF. 2020

Evidentment, com que per aconseguir tota la informació de l'objecte s'haurien de tenir imatges des de tots els punts i en totes les direccions, el que fa la xarxa neuronal és predir el color i la densitat per aquells punts dels que no es pot aconseguir la informació amb les imatges, i crear així l'escenari 3D complet.

NeRF no és l'única tecnologia de renderització volumètrica que existeix, tot i que va ser la primera i sobre la qual actualment s'està fent més investigació. També existeixen projectes els quals s'assemblen més al que s'està buscant en aquest projecte i que poden servir com una molt bona inspiració per aquest, com per exemple NeRS, que utilitza majoritàriament "python", el que ho fa molt més senzill d'entendre i ens fa veure que és possible crear un sistema semblant amb una inversió inferior.

2.2.2.1 Ners

NeRS: A diferència de NeRF, NeRS aconsegueix una barreja entre la renderització volumètrica i la renderització superficial, aconseguint crear un projecte més simple que NeRF i amb millors resultats. Això ho faria una solució òptima per una solució com la la que es busca en aquest projecte, on el detall interior dels objectes no és tan important ni tampoc les ombres. L'únic que interessa és la superfície de l'objecte i no l'interior, però a més s'evitarien problemes amb reflexos o elements transparents gràcies a la seva IA.

NeRS és un projecte que no arriba a l'any de vida, i que per tant, encara té molt a millorar, però el plantejament és tenir d'on començar, ja que a més, a diferència de NeRF, aquest codi és totalment lliure. Només cal citar als creadors.

En les seves pròpies paraules : “Esperem que aquest projecte serveixi d'inspiració per projectes d'investigació futurs”. [11]

El funcionament de NeRS consisteix en primer agafar una forma esfèrica i convertir-la en la forma que la xarxa preveu que tindrà l'objecte, o almenys fer-la el més semblant possible . A partir d'aquí, el que fa la xarxa neuronal , és agafar el model que s'ha suposat després de la primera observació , i anar sobreposant la informació de les imatges per acabar creant l'objecte. A diferència de NeRF , que s'esforça en capturar tota l'escena, aquí només es busca capturar l'objecte, cosa que seria molt aprofitable per aquest projecte. En definitiva, aquest sistema utilitza dues xarxes, una que preveu la forma de l'objecte i l'altre que preveu les textures.

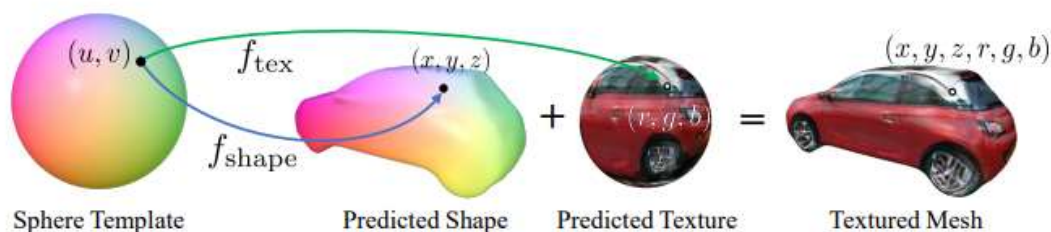


Fig. 2.2.2.1.1. Representació Tècnica NeRS. NeRS. 2021

Com ho fa la xarxa neuronal per predir la forma?

Com ja s'ha comentat abans, tot comença amb una figura geomètrica, concretament una esfera. Per cada punt de l'esfera calcula la seva deformació segons els vèrtex de la imatge i l'aplica a l'esfera original, d'aquesta manera, quan s'han avaluat tots els angles proporcionats de l'esfera, acabem tenint una predicció de la forma de l'objecte. Per aquesta raó serà important fer imatges de com més angles millor, per tal de que es pugui arribar a completar aquest objecte.

Tot i això, evidentment, com una esfera té infinits angles, s'haurien de tenir infinites imatges per tal de tenir una representació 100% fidel, però gràcies a la intel·ligència artificial, pot intuir com serà la vista des d'alguns angles dels quals no existeixen imatges, basant-se en la vista dels angles que, si es mira de forma vectorial, estarien al costat.

Com arregla el problema de la il·luminació ?

Com ja s'ha esmentat anteriorment, un dels principals problemes de la fotogrametria i per el qual la renderització volumètrica ofereix resultats millors, és perquè l'anterior és incapaç d'entendre els canvis d'il·luminació en diferents imatges, el que crea problemes a la hora de crear el model 3D.

En el cas de NeRS, s'assumeix que l'objecte no emet llum sinó que totes les fons lumíniques són reflexes, i gràcies a la funció 2.1, que calcula la llum reflectida en l'objecte L_o , sobre una superfície 'x', des d'un punt de vista 'v',

$$L_o(x, v) = \int_{\Omega} f_r(x, v, w) L_j(x, w) (w, n) dw \quad (2.1)$$

On $f_r(x, v, w)$ és la funció de la reflexió bidireccional i 'w' la direcció negativa de l'origen lumínic, la IA és capaç de predir com seria l'aspecte de les textures en el que es coneix com un "Environment Map". Un mapa on totes les fons lumíniques estan infinitament allunyades com per no afectar a l'objecte i són constants.

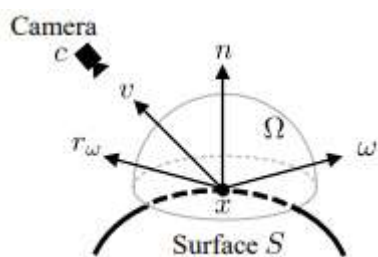


Fig. 2.2.2.1.2. Esquema del comportament dels reflexes. NeRS. 2021



Fig. 2.2.2.1.4. Diferència entre la imatge inicial i la predicció de la textura en un “Environment Map”. NeRS. 2021

Des del punt de vista de la programació , Ners està creat íntegrament amb python, i utilitza llibreries bastant conegudes en el món de la realitat augmentada com pytorch3D. Això facilita en gran mesura llegir, entendre, i poder arribar a recrear el codi, fins i tot , intentar millorar-lo.



Fig. 2.2.2.1.4. comparació entre Ners i altres solucions. NeRS. 2021

Com s’ha pogut comprovar, crear un servei que a partir d’imatges retorni un model3D creat a partir de renderització volumètrica amb IA és viable , però no és una tasca fàcil i requeriria bastants recursos.

Després d’haver estudiat la renderització volumètrica amb Intel·ligència artificial, s’ha arribat a la conclusió que aconseguir un sistema funcional així és molt més útil que un basat en fotogrametria, i que per tant, la inversió val la pena.

No només és important utilitzar aquesta tècnica per aconseguir un resultat millor, sinó que el fet de treballar amb una xarxa neuronal a partir de l'escaneig, permetria escalar més fàcilment el sistema i oferir cada cop més funcionalitats interessants, per exemple:

Si la xarxa neuronal és capaç d'entendre l'objecte, es poden fer coses com ajustar l'il·luminació de l'objecte a l'il·luminació actual de l'escena, de manera que aquesta s'ajusti al moment. També es podria modificar parts de l'objecte a voluntat, canviar el color o afegir profunditat a l'escena, que actualment és un problema d'aquest tipus d'aplicacions. Per exemple, al creuar-se amb una paret entre la font i la suposada posició de l'objecte, s'hauria de perdre la visibilitat d'aquest, però això no passa, ja que l'objecte mai arriba a estar integrat a l'escenari sinó simplement a la capa superficial.

La tendència d'estudi actual de NeRF i altres xarxes neuronals d'aquest estil està en millorar aquestes coses, l'última gran actualització del sistema que hi va haver va ser "into the wild" per referir-se a escenes del món real i situacions plausibles com per exemple, si s'està escanejant un element molt gran com ara un edifici, entre que es comença i s'acaba pot ser que hagi canviat l'il·luminació, s'hagin capturat persones movent-se, s'hagin fet les fotos amb diferents mòbils, etc... gràcies a aquesta última actualització el sistema neuronal és més complex, i és capaç d'analitzar i obviar aquella informació que no és necessària per entendre l'escenari que s'esta representant.

També destaquen estudis que aconsegueixen reduir dràsticament el temps que es tarda en renderitzar aquests models, que fins fa poc acostumaven a ser hores i dies. S'aconsegueix gràcies a diferents tècniques, com obviar els espais on no hi ha informació important o, com és el cas d'Instant NeRF, la solució d'Nvidia, utilitzar Hash maps, el que redueix dràsticament el temps necessari per crear el model.

2.2.2 Desplegament en Realitat Augmentada

En la segona part de l'aplicació, és a dir el desplegament d'objectes en realitat augmentada, existeixen diferents formes d'aconseguir quelcom semblant al que es busca en aquest projecte, però sens dubte, qui ofereix un millor desplegament de llibreries, "plugins" i altres facilitats, és Unity, amb el seus sistemes ARFoundation i Vuforia.

ARFoundation: ofereix la possibilitat de crear elements com detectors de plans o de punts amb la càmera d'un mòbil (ARCore per android, ARKit per ios), el que fa molt més fàcil el desenvolupament d'una aplicació de realitat augmentada. Només ens haurem de preocupar de programar les interaccions entre l'entorn ,els objectes i aquests elements, així com programar el seu comportament.

No només són importants aquestes facilitats, sinó que a més, ARFundation compta amb una gran comunitat de desenvolupadors, sobretot de videojocs, que utilitzen la llibreria, i que per tant, és molt senzill trobar ajuda per solucionar problemes.

Vuforia: Vuforia és un altre motor de realitat augmentada compatible amb unity que últimament s'ha enfocat més en el punt de vista industrial, tot i que té algunes avantatges com ara que no depèn d'ARCore o d'ARKit per a ser funcional, cosa que fa que sigui útil en dispositius més antics que ARFoundation, té la gran desavantatge que la comunitat és molt més petita que la d'ARFoundation , i no només això sinó que també és cert que la documentació és molt més limitada.

Tot i que els dos motors serviren el propòsit d'aquest treball, s'ha decidit optar per ARFoundation ja que per algú que s'està iniciant en aquest món, la quantitat i qualitat de la informació així com de l'ajuda que pot rebre per part d'altres desenvolupadors és un punt vital.

També es podrien utilitzar altres llenguatges de programació o IDEs, però Unity clarament és el que ofereix més avantatges en aquest camp, i per tant, ara mateix, la opció més viable per desenvolupar una aplicació d'aquestes característiques.

L'únic punt negatiu de Unity, és que és un motor per al desenvolupament de videojocs i que per tant està pensat en aquesta direcció. Això fa que podria no ser òptim per altres necessitats, i que la llibertat que ofereix per modificar algunes coses és limitada. Però per una solució de pressupost baix, seria la opció més viable i facilitaria molt algunes coses que, si s'haguessin de fer des de zero serien complexes i cares.

2.3 Tendències

En el camp de la realitat augmentada i realitat virtual, estan sorgint moltes oportunitats recentment. L'aposta d'IKEA n'és un exemple, però no és la única gran empresa que ha començat a fer inversions importants i a crear projectes interessants amb realitat augmentada i virtual.

2.3.1 Tendències Realitat Virtual

La realitat virtual està guanyant molta força en l'àmbit industrial i educatiu, sobretot des del punt de vista de la formació. Ja existeixen empreses que aprofiten la realitat virtual per formar els seus treballadors i per tant, també empreses que es dediquen a crear aquestes aplicacions de VR.

Aquestes, afirmen que formar un treballador amb realitat virtual té moltes avantatges com ara les següents:

- Augmenta la retenció de l'aprenentatge fins a quatre vegades més.
- Redueix dràsticament les distraccions.

- Redueix despeses materials.
- Redueix el risc a accidents.

Com es pot veure, la tendència en realitat augmentada és pivotar cap a el que alguns anomenen la quarta revolució industrial o indústria 4.0.

Un altre sector en el que està guanyant força la realitat virtual es el món dels videojocs. Tot i que encara no existeixin moltes propostes ni moltes persones lleials als jocs amb realitat augmentada, moltes empreses estan creant motors de videojocs molt complexos i amb una realitat sorprenentment immersiva, i permeten desenvolupar en realitat virtual.

2.3.2 Tendències Realitat Augmentada

La realitat augmentada s'està enfocant cap a una direcció totalment diferent a la de la realitat virtual.

Metavers: Probablement, el terme “metavers” és una de les coses que més ha estat sonant últimament, i és que facebook ha començat el procés per a fer realitat allò que, des de ja fa molt de temps, s'està pronosticant, un univers virtual. Pel Metavers, la realitat augmentada és una de les claus.

Tot i que el fracàs de les “Google Glass”, llençades el 2012 i que en aquell moment semblava que serien un invent revolucionari, havia creat una falsa sensació de que la realitat augmentada s'havia quedat estancada, per Meta, companyia de Mark Zuckerberg, no va ser perquè aquesta no tingues potencial o utilitats, sinó que simplement el producte no era adequat, i ha decidit convertir la AR en una de les parts importants en la creació del “metavers”.

Ecommerce: Un altre punt en que la realitat augmentada està guanyant molta força és en el món dels ecommerce. IKEA no és l'única empresa que ha decidit invertir en realitat augmentada, també shopify està perfeccionant el seu sistema de realitat augmentada i promocionant aquelles empreses que l'utilitzen.

Intel·ligència artificial: Molts dels estudis en el camp de la realitat augmentada estan tenint èxit al crear solucions utilitzant xarxes neuronals, per tal de solucionar molts dels problemes que té avui en dia la realitat augmentada. Com ja s'ha comentat abans, és difícil crear una solució reeixida amb realitat augmentada si aquesta no és capaç d'entendre l'escenari en el que es troba.

Si una xarxa neuronal ajuda a entendre l'escenari així com el comportament que tindria un objecte no virtual en aquest, molts dels problemes de la realitat augmentada desapareixen. Tot i que en aquest aspecte, a nivell de software, s'esta avançant a bastant ràpid, apareix un altre problema que fa que la realitat augmentada encara no es pugi aprofitar per solucions més interessants, aquest problema és la capacitat del hardware.

En ordinadors potents, gràcies a disposar de targetes gràfiques i processadors amb molta capacitat, els softwares es poden arribar a desenvolupar, però la realitat augmentada té la necessitat de funcionar en dispositius amb molta menys capacitat per processar informació per a que sigui interessant, com ara telèfons mòbils, ulleres etc... I per desgràcia, encara falta millorar el hardware per poder portar totes les idees a negocis reals, encara que aquestes ja siguin plausibles a nivell de software.

En definitiva, tot i que ja fa anys que s'espera una gran revolució d'aquestes tecnologies i que sembli que no acaba d'arribar, està clar que moltes empreses estan fent esforços titànics per incorporar-ho a les seves solucions. Encara esta per veure si això és realment perquè té potencial o simplement per voler posar l'etiqueta i generar beneficis gràcies al renom que dona utilitzar noves tecnologies.. El temps dictarà si la realitat augmentada té potencial a nivell comercial o no.

En conclusió, hi ha una clara tendència a utilitzar aquesta tecnologia conjuntament amb noves tecnologies, i sembla que l'orientació del món de la informàtica passa per la combinació d'aquestes, i així obtenir resultats molt interessants com NeRF o el Metavers.

3.Objectius i abast

Com ja s'ha esmentat abans, l'objectiu d'aquest treball és primàriament de descobriment i aplicació tecnològica. Tot i això, depenent de l'evolució del context, podria començar a esdevenir també un projecte empresarial però aquest no serà l'objectiu primari.

Objectius del Projecte:

Primaris:

-Desenvolupar una aplicació que permeti mostrar models d'objectes 3D en realitat augmentada.

-Desenvolupar una aplicació que permeti enregistrar objectes i convertir-los en un model 3D amb fotogrametria.

-Desenvolupar una aplicació que permeti enregistrar objectes i convertir-los en un model 3D amb una xarxa neuronal que permeti crear una renderització volumètrica.

-Evaluar possibles oportunitats de negocis

Objectius secundaris:

-Desenvolupar una aplicació que permeti capturar i enviar una sèrie d'imatges d'un objecte 3D a un servidor cloud.

-Desenvolupar un servei cloud que permeti crear representacions 3D a partir d'una sèrie d'imatges.

-Augmentar l'oferta a altres tipus d'articles, com roba, art, etc...

-Crear un marketplace per mobles i altres articles de la llar que ofereixi les dues solucions anteriors.

Objectius personals:

- Aprendre sobre realitat augmentada
- Descobrir les tendències tecnològiques actuals i cap a on es dirigeix aquest món
- Estudiar a fons noves tecnologies

Objectius del producte:

- Investigar sobre el possible interès general per una solució com aquesta
- Aconseguir que aquelles persones que són més reticents a comprar online ho acabin fent.
- Apropar als petits negocis tecnologies que només estan a l'abast de grans empreses.
- Crear un negoci rentable a partir de l'aplicació base

L' abast d'aquest treball en concret no seria el de finalitzar tot el projecte, com ja s'ha esmentat abans, el projecte es divideix en tres parts, la part d'enregistrament d'imatges per crear un objecte 3D, la part de desplegament d'aquests objectes en un marketplace i la part de creació del negoci.

Fins on es pretén arribar en aquest treball és a completar la segona part del projecte, tenint una aplicació funcional que ens permeti veure en realitat augmentada els objectes que volem comprar, estudiar les possibilitats del negoci i investigar sobre les necessitats tecnològiques de la primera part, per tal d'arribar a una idea força genèrica de la magnitud del projecte.

Objectius i abast

Els estudis de negoci així com altres investigacions sobre la viabilitat del projecte es faran tenint en compte el projecte complet, i com si l'aplicació sigues completament funcional.

El públic potencial d'aquest producte és força genèric ja que els clients del tipus d'articles que volem vendre també ho són, però com ja s'ha esmentat, un dels objectius es que aquelles persones que es mostren reticents a comprar productes online, guanyin confiança en els comerços online.

Els nostres clients potencials serien totes aquelles petites i mitjanes empreses que es dediquin a la venda d'articles de la llar , i que estiguin interessades en vendre també online de manera senzilla i eficaç.

4. Metodologia

Ja que l'objectiu principal del treball és de descobriment tecnològic la primera prioritat serà el desenvolupament de l'aplicació. També serà important investigar sobre les capacitats d'aquestes tecnologies, per decidir si seguim el mateix camí plantejat inicialment o pivotem cap a altres funcionalitats.

Molts factors característics de la metodologia Agile seran utilitzats per tal d'aconseguir els nostres objectius.

Ja que és una tecnologia que encara s'està desenvolupant, i sobre la que cada dia apareixen canvis i novetats, serà important que es tingui un gran nivell d'adaptació, i no només això, sinó que al ser tecnologies menys convencionals, i que probablement algunes de les persones que treballin en això no ho havien fet abans, aquestes han de tenir una gran capacitat d'adaptació segons aprenguin, ja que poden descobrir novetats que millorarien el projecte.

En el cas d'aquest treball en concret, al no existir clients ni treballadors reals hi ha alguns punts on simplement es farà una simulació i avaluació personal, però l'objectiu serà seguir el màxim possible de principis d'Agile, sobretot proporcionant entregues funcionals amb continuïtat i tenint una gran capacitat d'adaptació.

Com ja s'ha esmentat, la part tecnològica del projecte consta de dos grans blocs, la creació de models 3D a partir d'imatges i la representació d'aquests models en realitat augmentada. També es pot fraccionar encara més aquests blocs, en el primer bloc es pot diferenciar entre la creació de l'aplicació que permeti fer i enviar un conjunt d'imatges a un servei remot i entre la creació d'aquest servei, al que li arriben imatges i retorna models 3D.

Com ja s'ha esmentat abans, en aquest treball, en quan a desenvolupament tecnològic, es prioritzarà la segona part del projecte, és a dir la representació de models 3D en realitat augmentada, també investigant sobre les tecnologies necessàries per a aconseguir realitzar la primera part però l'objectiu no serà desenvolupar aquesta.

Les principals eines de desenvolupament seran python, per la part del servidor , SQL i PLSQL per la part de la base de dades i Unity per poder aconseguir una “demo” més realista.

Ja que el treball començarà amb el desenvolupament d’una eina de software, per aconseguir el nostre resultat seguirem els següents passos:

-Especificació del software o anàlisi de requeriments, que consisteix en definir les funcionalitats principals del software i els límits que tenen aquestes.

-Disseny i implementació del software, el software s'haurà de dissenyar i de programar

-Verificació i validació del software, s’ha de comprovar que el software encaixa amb les especificacions i que a la vegada compleix amb les necessitats dels clients.

-Evolució o manteniment del software, el software serà constantment modificat i evolucionarà constantment .

La metodologia de treball que s'utilitzarà en la part de representació de models 3D serà l’incremental, ja que es necessitarà una gran capacitat d’adaptació i modificació, i pot ser que entre que el projecte comenci i acabi apareguin noves tecnologies que ajudin a millorar la solució, la metodologia de desenvolupament incremental es basa en els següent principis:

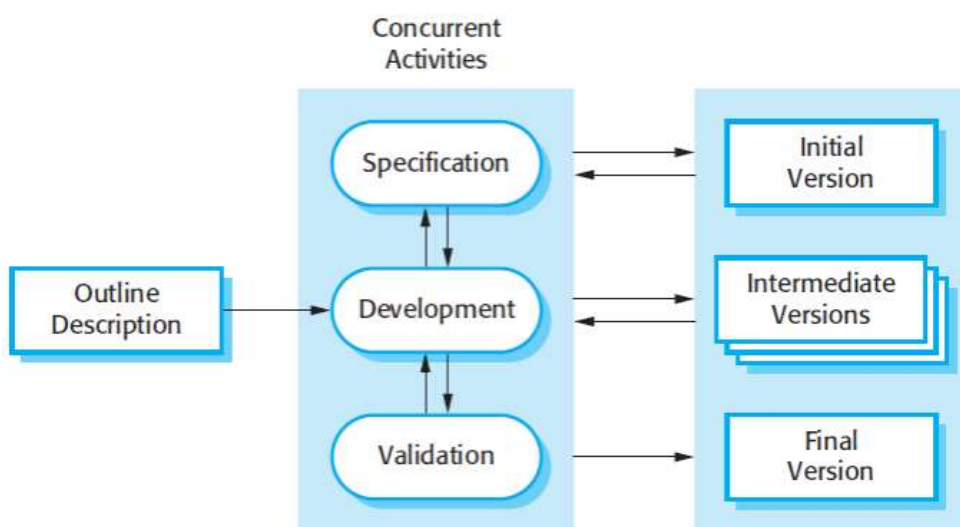


Fig. 4.1. Desenvolupament Incremental. Software Engineering 9th edition Ian Somerville[17]

Com podem veure en la figura 4.1, s'anirà treballant de manera concurrent en l'especificació el desenvolupament i la validació del software, creant diferents versions i millorant aquestes per tal d'arribar a una versió final òptima.

Això permetrà poder afegir o millorar el software segons apareguin novetats en el món de la realitat augmentada.

Aquesta metodologia combinada amb Agile, permetrà obtenir un resultat que estigui al dia i que es vagi adaptant.

En la part de creació de model 3D, s'utilitzarà un desenvolupament en cascada, ja que no serà necessari adaptar tant a les novetats, les novetats en aquest camp són molt limitades a els desenvolupaments de grans equips , i la majoria d'aquestes no es poden utilitzar lliurement i molt menys en solucions que no es dediquin únicament a la investigació.

El desenvolupament en cascada consisteix en el següent:

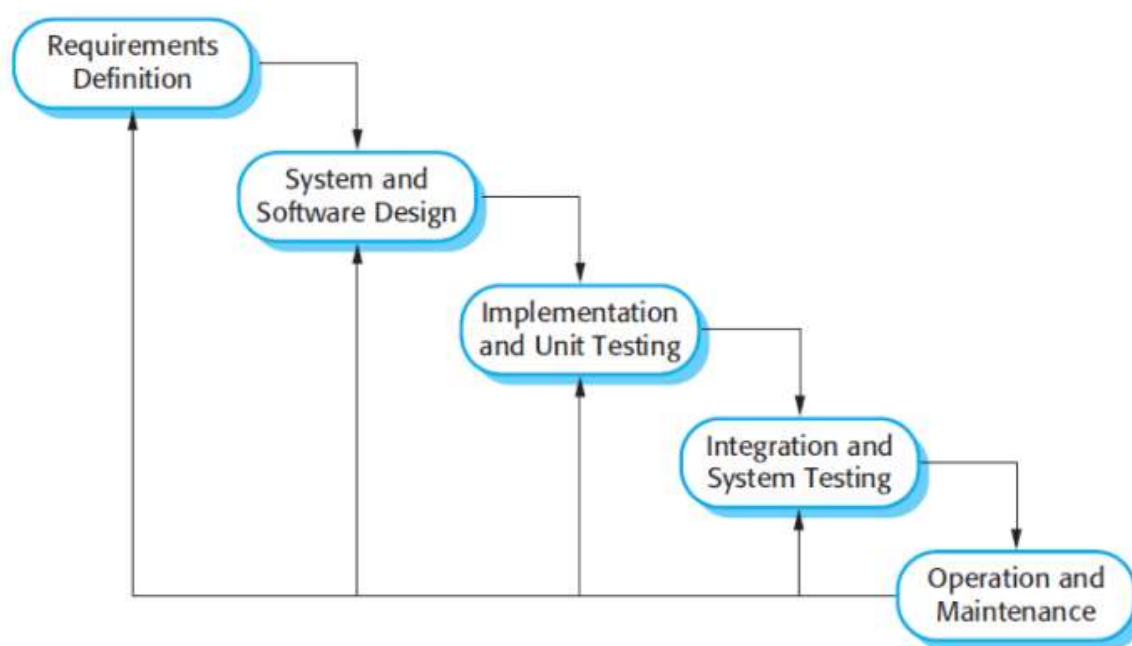


Fig. 4.2. Desenvolupament Cascada. Software Engineering 9th edition Ian Sommerville[17]

Com es pot veure, segueix l'ordre natural del procés, començant per la definició dels requeriments, seguit per el disseny del software i la seva implementació, després la integració i els testos i finalment el manteniment.

La part d'avaluació del negoci també constarà dues parts, la primera la necessitat en el mercat de la solució, investigant les necessitats d'empresaris i de clients del sector, i la segona part, serà l'anàlisi de viabilitat, on es calcularan els contractes necessaris per tal de que el projecte sigui viable creant així un pla de negoci.

El temps destinat a cada part del projecte dependrà de la duració d'aquest, però evidentment, tractant-se d'un projecte de desenvolupament tecnològic serà la primera part que tindrà més pes, i que estarà constantment en evolució, fins i tot quan s'estigui analitzant la part de negoci es seguirà desenvolupant alguns aspectes de l'aplicació.

El Planning inicial és començar a treballar en l'anàlisi de negoci un cop tinguem una aplicació amb cert cos.

En conclusió, els passos que es seguiran en aquest treball seran els següents (no tenen perquè seguir aquest ordre concret):

- Desenvolupament de l'aplicació de representació 3D
- Investigació sobre com crear un servei de renderització volumètrica i com fer-ho per renderització superficial .
- Planificació i estudi de la viabilitat del negoci

Amb aquest treball en concret es podria arribar a completar aproximadament el 50% del projecte.

5. Desenvolupament

Requeriments tecnològics:

- Mòbil Android 8.0 amb API Level 26 (Oreo) o superior
- Ordinador amb targeta gràfica potent

Requeriments funcionals:

- S'haurà de planificar contractes rentables amb els venedors.
- S'haurà d'analitzar la viabilitat econòmica del negoci.
- S'haurà d'investigar sobre l'interès social de l'aplicació.
- S'haurà de fer un pla de negoci
- S'haurà de fer un anàlisi de possibles clients

Requeriments funcionals del sistema:

- El sistema ha de tenir dos tipus d'usuaris, compradors i venedors.
- El sistema ha de permetre registrar venedors i compradors amb un usuari i contrasenya.
- El sistema ha de guardar informació dels usuaris com ara el nom i cognoms, DNI, adreça, data de naixement, etc...
- El sistema ha de permetre fer "login" als usuaris a partir d'un nom i una contrasenya.
- El sistema ha de permetre als usuaris venedors afegir articles per vendre
- El sistema ha de permetre als usuaris venedors crear una representació 3D de l'article a vendre, així com la resta d'informació sobre l'article
- El sistema ha de permetre als usuaris compradors veure qualsevol article a través d'una aplicació mòbil utilitzant realitat augmentada.
- El sistema ha d'emmagatzemar a la base de dades l'informació dels articles així com la imatge 3D
- El sistema ha de comptar amb un "marketplace" per poder navegar fàcilment a través dels articles.
- El sistema ha de permetre al comprador buscar segons el tipus d'article o venedor que a ell li interessi.
- El sistema ha de comptar amb una passarel·la de pagament.
- El sistema ha de recaudar un percentatge de cada venda feta des del sistema

Una de les parts més importants del projecte ha estat desenvolupar una aplicació de demostració per poder entendre exactament què es pretén amb aquest projecte.

El que fa aquesta aplicació és agafar objectes des d'un servidor i poder desplegar el model 3D dins l'aplicació, poder moure'l, rotar-lo, fixar-lo i fer una foto per compartir-la.

Es poden afegir tants objectes com es vulgui per poder veure com quedaria un espai amb la incorporació d'aquests articles.

L'aplicació s'ha inspirat en la solució d'IKEA que dona unes funcionalitats semblants.

S'ha utilitzat el motor de desenvolupament Unity i per els Scripts s'ha utilitzat C#.

5.1 Disseny de l'aplicació

Per poder tenir una imatge de quina aplicació resultant s'espera aquí es pot veure una idea del disseny de la base de dades inicial, tot i que aquesta pot anar variant segons les necessitats del sistema, les novetats que apareguin i el que es vagi aprenent:

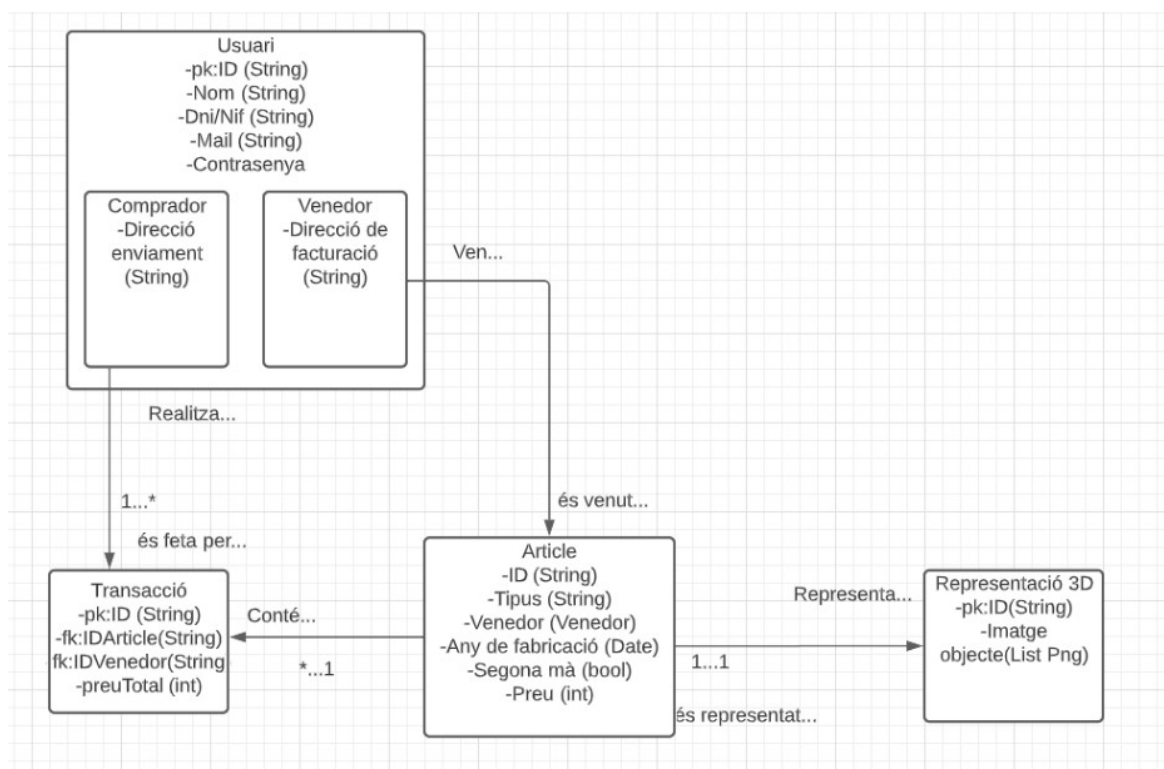


Fig. 5.1 Disseny conceptual inicial

El primer pas per crear l'aplicació ha estat crear un disseny que permeti les funcionalitats especificades, per tenir una idea inicial sobre com acabara sent, per això s'ha creat diversos mockups per tenir una idea visual;

Pàgina de Login:



Fig. 5.2 Disseny Inicial

Pàgina inicial compradors



Fig. 5.3 Disseny Inicial pàgina compradors.

Pàgina inicial venedors:

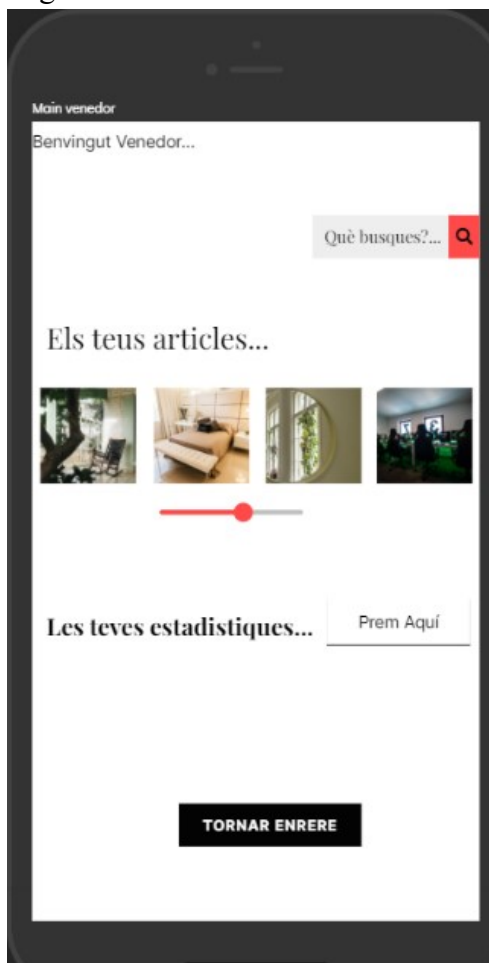


Fig. 5.4 Disseny Inicial pàgina venedors

Pàgina d'article



Fig. 5.5 Disseny Inicial pàgina article

Pàgina articles venedors:

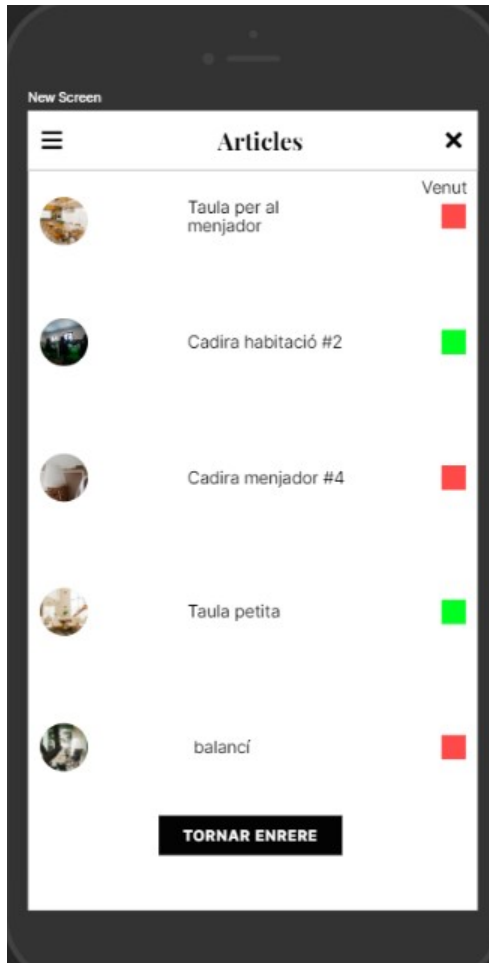


Fig. 5.6 Disseny Inicial pàgina articles venedors

Un cop s'ha fet un disseny i s'ha escollit quines eines s'utilitzarien, en aquest cas Unity per a l'aplicació de demo, ja es pot començar amb el desenvolupament de l'aplicació.

5.2 Desenvolupament de l'aplicació

La decisió de desenvolupar aquesta aplicació en Unity s'ha pres degut a que aquesta ofereix certes facilitats a l'hora de crear aplicacions de realitat augmentada i existeixen diferents llibreries i plug-ins que ajuden al desenvolupament d'aquestes,

Concretament és necessari un entorn que permeti utilitzar ARCore, el motor de Google per intel·ligència artificial i que utilitzen els dispositius android, i unity, consta d'una llibreria i d'un nombre de plug-ins que facilita treballar amb aquest. I el nom d'aquesta és ARFoundation.

ARCore també està disponible en Android Studio o Unreal engine, però la facilitat que dona Unity per sobre d'Android a la hora de representar els models 3D, ha fet que aquesta sigui l'escollida.

També el fet que Unity disposi de molta documentació i que sigui un entorn que utilitza C#, llenguatge força fàcil d'aprendre amb una bona base, fa que sigui òptim per crear una aplicació de demo, per a tindre una idea aproximada del que s'espera en un temps apropiat.

Com a punt negatiu, Unity està pensat principalment per el desenvolupament de videojocs, això fa que s'hagi d'aprendre a utilitzar l'entorn primer, ja que el seu funcionament està basat en objectes predeterminats del projecte.

El seu funcionament és que els objectes, no només són objectes en el sentit de programació, sinó també són objectes físics del joc i per tant, a part del seu comportament, també es guarda informació de la física i aspecte d'aquests.

Els passos a seguir per el desenvolupament de l'aplicació han estat els següents:

1. Capacitació de Unity i C#, amb l'objectiu d'entendre com funcionen aquestes eines.
2. Capacitació d'ARFoundation i com funcionen els elements que proporciona aquesta, com ara la detecció de plans , i com fer que interactui amb altres elements de Unity.
3. Disseny de l'arquitectura de l'aplicació.



Fig. 5.2.1 Fitxers aplicació

Tots els scripts de control del comportament de l'aplicació s'han organitzat en 9 fitxers, com es pot veure, hi ha una que té una icona diferent, que és el GameManager, que és qui s'encarrega de començar l'aplicació i per tant el "mapping" es farà a partir d'aquí.

Seria l'equivalent a un "Main"

Com es pot veure a la Figura 5.2.2, quan es crea l'aplicació, s'assegura que només hi hagi una instància de GameManager (Patró Singleton), si ja n'hi havia una la destrueix i crea una nova, que al començar, envia directament al menú principal.

```
public static GameManager instance;

private void Awake()
{
    if(instance != null && instance != this)
    {
        Destroy(gameObject);
    }
    else {
        instance=this;
    }
}

void Start()
{
    MainMenu();
}
```

Fig. 5.2.2 Patró Singleton

4. Creació d'elements de Unity i primeres interaccions amb objectes propis de la llibreria ARFoundation , experimentant sobre com aconseguir fixar els objectes en un pla, com poder moure aquest element , etc...

5. Creació d'una interfície que permeti accedir al menú d'objectes, escollir un objecte dins d'un "scroll" i que quan s'esculli es representi, poder fixar un element i poder fer una foto d'un element, tot això amb el corresponent "mapping" i accions segons la situació.

Aquestes interfícies es gestionen segons dos fitxers, UI manager, que s'encarrega de la vista de la interfície i dels elements, és a dir, quines parts de la interfície han de ser visibles en cada moment i quines no, i de la interacció dels botons. També hi ha el fitxer ItemButtonManager, que s'encarrega del comportament del menú d'articles.

Com es pot veure a la figura 5.2.3, per exemple al activar el menú , es mostren en l'interfície els botons assignats al menú i s'amaguen aquells assignats a altres interfícies.

```
private void ActivateMainMenu()
{
    mainMenuCanvas.transform.GetChild(0).transform.DOScale(new Vector3(1,1,1),0.3f);
    mainMenuCanvas.transform.GetChild(1).transform.DOScale(new Vector3(1,1,1),0.3f);
    mainMenuCanvas.transform.GetChild(2).transform.DOScale(new Vector3(1,1,1),0.3f);

    itemsMenuCanvas.transform.GetChild(0).transform.DOScale(new Vector3(0,0,0),0.5f);
    itemsMenuCanvas.transform.GetChild(1).transform.DOScale(new Vector3(0,0,0),0.3f);
    itemsMenuCanvas.transform.GetChild(1).transform.DOMoveY(180,0.3f);

    ARPositionCanvas.transform.GetChild(0).transform.DOScale(new Vector3(0,0,0),0.3f);
    ARPositionCanvas.transform.GetChild(1).transform.DOScale(new Vector3(0,0,0),0.3f);
}
```

Fig. 5.2.3 Controlador Main Menu

En el cas de ItemButtonManager, el que ha de fer és gestionar el menu d'articles, de manera que quan es premi un article es creï el model 3D d'aquest en pantalla, com es pot veure en la figura 5.2.4 , quan es clica sobre un article, es fa una petició remota al servidor on està emmagatzemada l'informació dels articles, i es passa el model3D a la classe ARInteractionsManager, que és la que s'ocupa de generar el model i permetre l'interacció amb ell en pantalla.

```
private void Create3DModel(){
    StartCoroutine(DownloadAssetBundle(urlBundleModel));
    //interactionsManager.Item3DModel= Instantiate (item3DModel);
}
IEnumerator DownloadAssetBundle(string urlAssetBundle)
{
    UnityWebRequest serverRequest = UnityWebRequestAssetBundle.GetAssetBundle(urlAssetBundle);
    yield return serverRequest.SendWebRequest();
    if (serverRequest.result == UnityWebRequest.Result.Success)
    {
        AssetBundle model3D = DownloadHandlerAssetBundle.GetContent(serverRequest);
        if (model3D != null)
        {
            interactionsManager.Item3DModel = Instantiate(model3D.LoadAsset(model3D.GetAllAssetNames()));
        }
        else
        {
            Debug.Log("error");
        }
    }
    else
    {
        Debug.Log("error");
    }
}
```

Fig. 5.2.4 Recuperació model servidor remot

6. Creació dels elements 3D en Unity , gràcies a JSON assignant els valors de cada camp de l'objecte, de moment dins la pròpia aplicació (més endavant hauran de poder ser accedits de forma remota, ja que sinó per cada article nou s'hauria d'actualitzar l'aplicació).

7.Creació dels “scripts” d'interacció entre els elements de Unity, l'entorn, l'interfície i els nous models creats en el punt anterior.

L'interacció dels models 3D està gestionada al fitxer ARInteractionsManager, que s'ocupa de tota la feina necessària per representar un model en realitat augmentada, col·locar-lo en superfícies planes, i interaccionar amb aquest.

S'han de controlar factors com ara el fet de que es mogui quan es cliqui i s'arrastri, que es pugui rotar al pressionar amb dos dits, que es pugui fixar etc...

Com a exemple, a la figura 5.2.5 podem veure la part de codi que s'encarrega de moure l'objecte quan es clica i s'arrossega, com es pot veure fa les comprovacions corresponents per si no s'esta clicant sobre la UI i està sobre un pla es mou l'objecte a on apunti el dit.

```
if(Input.touchCount>0)
{
    Touch touchOne=Input.GetTouch(0);
    if(touchOne.phase==TouchPhase.Began)
    {
        var touchPosition=touchOne.position;
        isOverUI=isTapOverUI(touchPosition);
        isOver3DModel=isTapOver3DModel(touchPosition);
    }
    if (touchOne.phase==TouchPhase.Moved)
    {
        if(ARRayCastManager.Raycast(touchOne.position,hits,TrackableType.Planes))
        {
            Pose hitPose= hits[0].pose;
            if(!isOverUI &&isOver3DModel)
            {
                transform.position=hitPose.position;
            }
        }
    }
}
```

Fig. 5.2.5 Funció control moviment model3D

8. Afegir l'opció de poder fer fotos i compartir-les un cop s'hagin afegit els models a l'escenari.

Per compartir una captura de pantalla, després de fer la captura comença una corutina, com es pot veure a la figura 5.2.6, s'utilitza un plugin que s'ha hagut de descarregar prèviament anomenat NativeShare, que permet compartir a diferents aplicacions que tingui descarregades el mòbil, com ara Whatsapp o Facebook, o també simplement per SMS.

```
private IEnumerator TakeScreenshotAndShare()
{
    yield return new WaitForEndOfFrame();

    Texture2D ss = new Texture2D( Screen.width, Screen.height, TextureFormat.RGB24, false );
    ss.ReadPixels( new Rect( 0, 0, Screen.width, Screen.height ), 0, 0 );
    ss.Apply();

    string filePath = Path.Combine( Application.temporaryCachePath, "shared img.png" );
    File.WriteAllBytes( filePath, ss.EncodeToPNG() );

    Destroy( ss );

    new NativeShare().AddFile( filePath )
        .SetSubject( "Subject goes here" ).SetText( "HOLAAA" )
        .SetCallback( ( result, shareTarget ) => Debug.Log( "Share result: " + result + ", selected app: " + shareTarget ) )
        .Share();
    TurnOnOffARContent();
}
```

Fig. 5.2.6 Compartir imatges

9. Extreure els articles del local de la pròpia aplicació i afegir-los en un servidor extern, creant l'script que permeti recuperar els elements d'un servidor extern en comptes de la pròpia aplicació.

10. Passar l'aplicació al mòbil, en aquest cas utilitzant Samsung Dex (sistema exclusiu per als nous samsung) però també utilitzant “adb” (Sistema per comunicar entre l'ordinador i el dispositiu mòbil) i “logcat”(Sistema de log d'errors de dispositius Android) per a “debugejar” l'aplicació i trobar i solucionar els possibles errors.

11. Correcció d'errors , “bugs” i desenvolupament de millores.

5.3 Aplicació resultant

A continuació es podran veure les diferents pantalles de l'aplicació així com una breu explicació de cada una d'elles.

Inici: Al obrir l'aplicació es pot observar que compta amb una interfície bastant senzilla, aquesta serà suficient per implementar les funcionalitats que es necessiten, hi ha un botó per tancar, un botó per obrir el menú d'articles, i un botó per capturar l'escena (d'esquerra a dreta).



Fig. 5.3.1 Vista Inicial

Articles:

Després de clicar el botó per obrir el menú d'articles (la caixa verda), apareixen els diferents articles que estan a la venda en un desplegable, es pot veure el nom de l'article, una imatge representativa de què és, i si escau, una breu descripció d'aquest.

També es disposa d'un botó (la caixa blava) per tancar el menú, per seleccionar qualsevol article només s'ha de clicar a sobre.

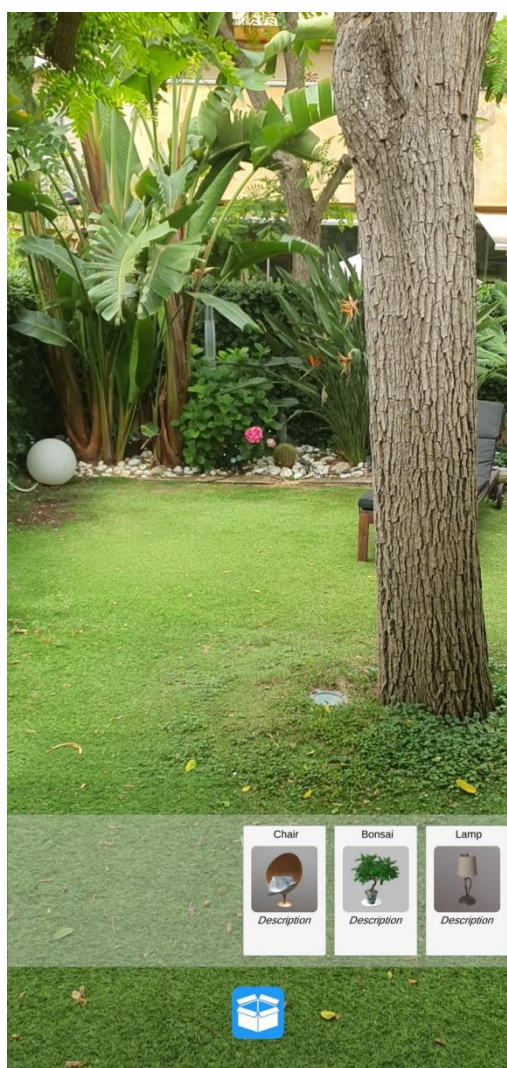


Fig. 5.3.2 Articles.

Realitat Augmentada:

Després de seleccionar un article, directament es representa el model 3D de l'article en qüestió dins l'escenari en realitat augmentada. Hi ha dos botons, un per esborrar la representació i l'altre per confirmar i deixar-la al lloc on està.

Es pot moure si s'arrossega amb un dit i per fer-la rotar cal posar els dos dits sobre la pantalla i desplaçar-ne un en la direcció que es vol que roti.



Fig. 5.3.3 Realitat augmentada

Confirmació:

Si es prem sobre el botó de confirmar, el model queda plantat en el punt on estava, es torna a obrir el menú principal amb les opcions inicials, i si la posició no acaba de convèncer, només cal clicar sobre l'objecte per tornar a modificar la seva posició



Fig. 5.3.4 Vista confirmada 1



Fig. 5.3.5 Vista confirmada 2

Afegir un altre article:

Un cop confirmat un article, es poden afegir tants altres articles com es vulgui, tots funcionaran de la mateixa manera.

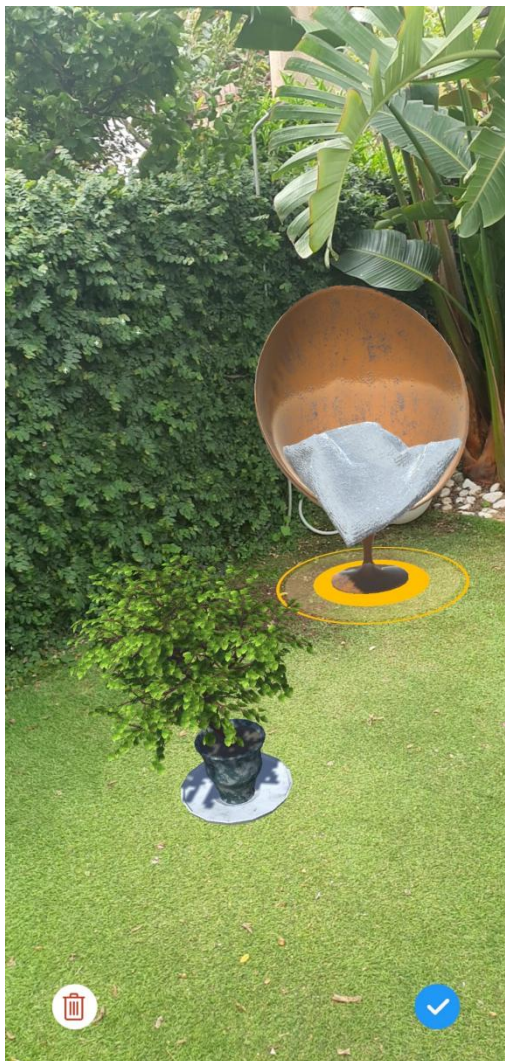


Fig. 5.3.6 Afegir article

Tornar a canviar d'article:

Un cop es confirma l'article, es pot tornar sense problema al primer que s'ha col·locat, només caldrà clicar sobre seu i com es pot veure aquí quedarà seleccionat.



Fig. 5.3.7 Probes

Resultat:

Així és com quedaria una escena amb aquests dos articles confirmats. Ara només faltaria compartir-la.



Fig. 5.3.8 Resultat

Compartir:

Un cop es prem el boto de foto, s'obre el menú per compartir, podem decidir si compartir per Whatsapp, penjar al Drive, guardar a fotos, etc...

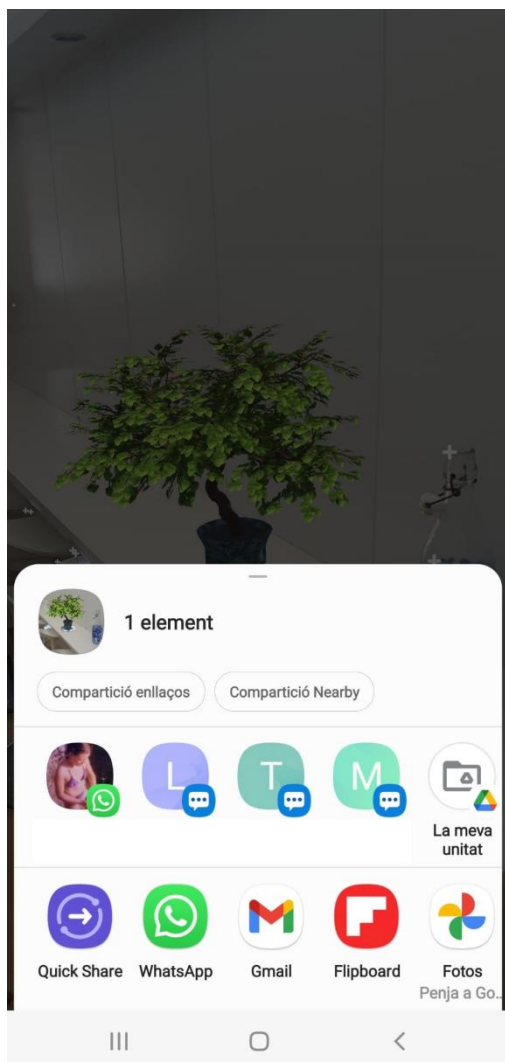


Fig. 5.3.9 Compartir

Per aconseguir que els models 3D es puguin accedir de forma remota, al funcionar amb JSON només cal penjar els models i les imatges a un servidor d'on l'aplicació pugui accedir per descarregar-los, en aquest cas, s'ha utilitzat Google Drive ja que no era necessari emmagatzemar molta informació, de manera que simplement s'afegeix la URL de descarrega i l'aplicació accedeix a aquesta per crear l'objecte.

El JSON també està penjat, de manera que l'aplicació primer descarrega el JSON per trobar el nom i les URL, i després assigna el resultat de la descarrega de la URL al model i a l'imatge.

Aquí es pot veure el format del JSON:

```
"items":[
  {
    "Name": "Bonsai",
    "Description": "Bonsai",
    "URLBundleModel": "https://drive.google.com/uc?export=download&id=1cdT_2r7NU1vG2RHY4PLFLjY5v1U7tYMP",
    "URLImageModel": "https://drive.google.com/uc?export=download&id=1HtjcICoXMcpY4MlnsS79yDSd4ua7Tp8i"
  },
  {
    "Name": "Chair",
    "Description": "Chair",
    "URLBundleModel": "https://drive.google.com/uc?export=download&id=1ltJHkRvdMzaz9p2Bacbe9GcLjXfBvKX6",
    "URLImageModel": "https://drive.google.com/uc?export=download&id=1jq6Sj2LldGGGoHRyc_7lvvZyIfb5ynRyg"
  },
],
```

Fig. 5.3.10 Model Json

Al final d'aquest procés s'ha aconseguit tenir una aplicació totalment funcional en el telèfon mòbil que permet agafar articles en format JSON des d'un servidor remot i representar aquests articles en realitat augmentada dins l'aplicació, amb les funcionalitats de poder moure els article, fer que es relacionin amb l'entorn, i altres implementacions.

Les funcionalitats que faltarien a l'aplicació seria la passarel·la de pagament així com tot el sistema de recollida de dades dels usuaris per tal de poder vendre els articles.

També s'està treballant en les pantalles de gestió de venedors així com el sistema de login d'usuaris, connectant amb una base de dades per comprovar si l'usuari s'ha d'adreçar cap a

la pàgina principal de venedors o cap a la pàgina principal de compradors, aquestes funcionalitats estan en procés i s'afegiran un cop estiguin completades.

Fins ara, la part de venedors només permet enviar una serie d'imatges a un servei remot però al no ser funcional encara aquest servei no s'ha afegit a l'aplicació

6. Possibles propostes de negoci

Un dels principis en que es basa aquest projecte i pel qual es pot pensar que aquest és viable, és perquè en el sector dels articles de la llar la venda online encara és minoritària, i la venda en tenda segueix sent molt més important, a diferència per exemple de la venda de roba, on la venda online ja té molta força en comparació, en el cas dels mobles només comportava un 6% segons l'estudi de l'INE el 2019 (figura 2.1.1).

La conclusió més lògica per aquesta situació, és el risc; molta de la gent que compra online no està disposada a assumir els riscos per inversions més elevades que les de comprar una peça de roba o una entrada per un concert.

Això és normal, ja que genera certa confiança fer una inversió en un objecte decoratiu que no has pogut veure amb els teus propis ulls, i no pots saber com és sense veure'l, pot ser que l'idea que un té sigui completament diferent a la realitat.

Tot i la falta de solucions que solucionin aquesta problemàtica, la venda online d'articles de la llar, ha crescut molt durant aquests últims anys, si es proporciona una solució que ofereixi seguretat a l'hora de comprar un article de la llar, aquestes podrien incrementar encara més.

Actualment, en el mercat, les úniques solucions que ofereixen quelcom semblant al que es proposa en aquest projecte són grans companyies que tenen la facilitat de poder crear els seus propis models 3D, ja que poden comptar amb experts en modelatge i disseny 3D per crear els models 3D dels seus articles, així com experts informàtics que s'ocupen de crear i millorar la seva aplicació diàriament.

Tot i això, aconseguir una solució que sigui capaç de crear els models simplement a través de les imatges, no només seria interessant per a crear un nou negoci. També per poder vendre aquest sistema a les companyies que ja disposen del seu sistema de realitat augmentada per tal de que puguin reduir les despeses en modelatge. Tenir a algú que escanegi els articles sortiria més barat que algú els hagués de crear des de 0.

La proposta de negoci més interessant seria aprofitar la facilitat d'escanejar els objectes per oferir aquesta sol·lució a les empreses venedores d'articles de la llar de totes les mides, ja siguin petites mitjanes o grans empreses que no estan disposades a crear una aplicació pròpia que ofereixi aquest servei.

Per tal d'assegurar que el negoci sigués rentable abans de fer una gran inversió, es separarà aquest en diferents fases, ampliant les funcionalitats a mesura que es pugui avaluar la rendibilitat, i afegint més funcionalitats així com reduint despeses en allò que no funciona.

Fase 1.

L'aplicació permetrà vendre en ella a totes les empreses de mobles que ho necessitin, però els models 3D hauran de ser proporcionats per la mateixa empresa, això permetria crear un negoci a partir d'un pressupost aproximat de 5000 euros, seria un pressupost molt baix ja que no s'hauria d'invertir en la part més costosa d'aquest projecte que seria la renderització dels models. Moltes empreses de mobiliàries contenen ja amb models a ordinador o amb suficient capital per fer una petita inversió en crear aquests models, i de moment la inversió necessària per l'aplicació de renderització no seria necessària.

Això permetrà investigar sobre la recepció de l'aplicació, sobre si el sector està interessat en una solució com aquesta, etc... es podrien recopilar dades, experimentar diferents maneres d'organitzar la solució, proposar experiments Lean per veure quanta gent està interessada en ampliacions de l'aplicació.

Per exemple, es podria fer el següent experiment per decidir si passar a la fase 2:

Hipòtesi, els negocis volen poder afegir objectes a partir d'escanejar amb el mòbil els seus articles.

Experiment: Afegir una opció de "escaneja amb un dispositiu mòbil" a l'apartat per registrar articles nous.

Persist: El 50% dels venedors s'interessen per aquesta opció

Pivot: Menys del 50% dels venedors s'interessen per aquesta opció

Si el resultat fos el de persistir es seguiria amb la fase 2.

Fase 2.

Si la fase 1 funciona i hi ha interès per poder escanejar els articles amb un mòbil propi, es passaria a la fase 2, que seria crear una aplicació d'escaneig 3D basat en fotogrametria, pressupostada aproximadament en uns 10000 euros.

Abans de fer el salt a la renderització volumètrica que suposaria una inversió molt més elevada, seria interessant comprovar si realment l'interès que anteriorment ha semblat que donava l'idea de poder capturar els articles amb un telèfon mòbil, es veuria reflectit també en un augment del nombre d'usuaris i de transaccions fetes a l'aplicació. A partir de la recopilació d'aquestes dades també es podria decidir si passar a la fase 3, que representaria la renderització volumètrica i que significaria una gran inversió.

Fase 3.

Renderització volumètrica amb IA, al ser una tecnologia que encara està en desenvolupament i que per tant, encara no existeixen facilitats per a poder utilitzar-la, crear una solució com aquesta ara mateix necessitaria un pressupost superior als 100.000 euros, és possible que amb la velocitat amb la que avancen les investigacions, en poc temps pugui arribar a ser una opció viable però actualment, les avantatges que ofereix encara no fan rentable la inversió necessària per aconseguir-ho.

Seria una molt bona opció per oferir una solució millor que la possible competència, però actualment és una idea poc realista, almenys al nivell d'aquesta aplicació.

Fase 4.

Aprofitant que els articles ja estan capturats mitjançant intel·ligència artificial i que per tant, es té molta més informació sobre aquests, el següent pas lògic seria que l'aplicació de desplegament 3D, fos capaç d'utilitzar aquestes dades i en combinació de les dades de l'entorn acabi creant representacions més realistes, com ara capturant el reflex de la llum i adaptant-lo a la llum original de l'escena. Una modificació com aquesta, actualment representaria una inversió incalculable, ja que els estudis encara no han arribat a aquest nivell

Fase 5.

L'última fase seria la de buscar noves implementacions per a l'aplicació, tot i que està a la última fase, la realitat es que si es detecta una idea de negoci amb la qual es pogués

millorar l'aplicació, es podria estudiar incorporar aquesta en qualsevol fase del projecte, així que realment és quelcom que estarà present sempre.

Un altre factor important seria decidir com obtenir beneficis d'aquesta idea.

Una primera idea podria ser cobrar comissions per cada venda que es realitzi a dins de l'aplicació, aquesta seria una manera que probablement aconseguiria crear una aplicació rentable però que conta amb possibles problemàtiques:

-El client utilitza les avantatges de l'aplicació però després va a comprar presencialment a l'empresa

-Que les comissions no siguin suficient per a mantenir un negoci rentable

-Que la competència creï una solució millor. Al ser una tecnologia que encara està en desenvolupament i investigació, tenir més recursos acostuma a significar tenir solucions millors, si l'objectiu és crear un "marketplace" per tant competir amb els altres marketplaces, mai es disposarà dels recursos que tinguin grans companyies com Amazon o eBay, aquestes podrien desenvolupar propostes més eficients que la nostra en poc temps, ja que podrien comptar amb infinitament més recursos, en aquest cas, no es podria competir amb ells i per això s'ha creat una altra idea de negoci.

Son coses que no es poden planificar i són difícils de solucionar, per això s'han fet altres propostes de model de negoci.

Una altra idea per trobar una solució rentable seria treballar a partir de dades recopilades per la pròpia aplicació, durant les fases inicials, treballar a partir de la quantitat de visualitzacions que té un moble, la quantitat de clics que fa la gent a la opció de veure el model 3D, etc... les empreses que entressin a l'aplicació no només estarien pagant per col·locar els mobles a dins, sinó que estarien pagant per un nombre de clics o visualitzacions, d'aquesta manera es podria aconseguir establir un preu objectiu i beneficiari per les dues parts.

No només això, sinó que la possibilitat de donar aquestes dades al venedor, també li pot proporcionar informació força interessant, com quins articles causen una millor impressió, quins articles interessin més, etc...

També, amb la prèvia autorització dels usuaris, es podria recopilar altres tipus d'informacions que ajudarien als venedors a millorar encara més la seva oferta o cap a on dirigir el seu negoci.

Finalment, la proposta més viable, seria barrejar les dues anteriors, vendre la possibilitat d'utilitzar una aplicació personalitzada a diferents empreses que es dediquin a la venda de mobles i oferir la oportunitat de crear una aplicació personalitzada per a ells, això si, totes partint de la mateixa base.

Venent la possibilitat d'utilitzar el software en comptes de la tecnologia, així com oferint el manteniment i l'actualització d'aquesta, no només s'aconseguirien clients fixes i per tant una font d'ingressos assegurada, sinó que també hi hauria la possibilitat d'adaptar els preus tant de manteniment com de venda inicial a les necessitats de cada empresa i a les possibilitats d'aquestes.

Això també ens donaria l'oportunitat de poder afegir les millores proposades en cada fase sense un risc, com per exemple, si uns quants dels clients de l'empresa estiguessin interessats en afegir renderització volumètrica a la seva aplicació, es podria finançar aquesta millora a partir d'aquestes empreses, i després, ensenyar la proposta a altres clients per poder vendre-la.

En quan a economicament, aquesta proposta també seria totalment viable, una breu simulació per quan s'estigui a fase 2 seria la següent:

Inversió en desenvolupament fins la fase 2 :15000 euros

Preu inicial per a nous clients: 3000-10000 euros

Costos inicials per a nous clients: 1500-5000 euros

Preu mensual manteniment : 450-750 euros

Costos mensuals manteniment: 250-500 euros

El preu inicial dependria de les necessitats de cada empresa, 5000 euros es una inversió que la gran majoria d'empreses es poden permetre, com a exemple, una empresa que es

Possibles propostes de negoci

dedica a la venda de mobles, que conta amb 10 treballadors i que factura 25000 euros mensuals.

Si aquesta empresa té un benefici net de 2500 euros mensuals, una inversió de 5000 euros és relativament petita.

Només que l'aplicació aconseguixi augmentar els beneficis en un 30%, a partir d'augmentar la facturació i reduir despeses, amb les dades recopilades per l'aplicació, la inversió podria ser rentable en aproximadament un any.

En resum, seria una inversió que fàcilment seria profitosa per l'empresa, i això sense contar la capacitat d'expansió.

També seria profitosa pel negoci ja que com es pot veure, l'inversió inicial es veuria coberta al arribar a comptar amb 5 clients, i amb aquests 5 clients cada més s'aconseguirien beneficis nets de 1000 euros, a partir d'aquí, cada client nou significarien beneficis nets que es reinvertirien en el propi negoci i en millorar l'oferta de l'aplicació.

Nombre de clients	Inversió Inicial	Costos Inicials	Ingresos Inicials	Beneficis Inicials	Costos Mensuals	Ingresos Mensuals	Beneficis Mensuals
1	15.000€	18.000,00 €	6.000,00 €	-12.000,00 €	350,00 €	600,00 €	250,00 €
3	15.000€	24.000,00 €	18.000,00 €	-6.000,00 €	1.050,00 €	1.800,00 €	750,00 €
5	15.000€	30.000,00 €	30.000,00 €	0,00 €	1.750,00 €	3.000,00 €	1.250,00 €
10	15.000€	45.000,00 €	60.000,00 €	15.000,00 €	3.500,00 €	6.000,00 €	2.500,00 €
20	15.000€	75.000,00 €	120.000,00 €	45.000,00 €	7.000,00 €	12.000,00 €	5.000,00 €
50	15.000€	165.000,00 €	300.000,00 €	135.000,00 €	17.500,00 €	30.000,00 €	12.500,00 €
100	15.000€	315.000,00 €	600.000,00 €	285.000,00 €	35.000,00 €	60.000,00 €	25.000,00 €

Figura 6.1. Estudi d'ingressos i despeses segons nombre de clients

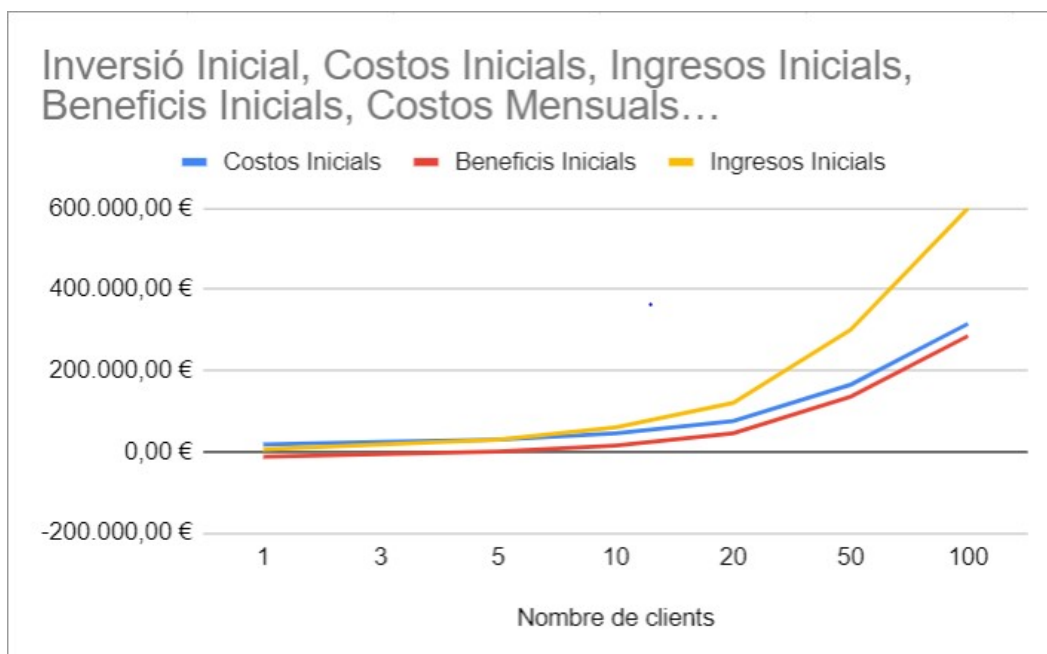


Figura 6.2. Gràfic estudi d'ingressos i despeses segons nombre de clients

Com es pot veure en la figura 6.2, al passar els 5 clients els ingressos sempre superaran les despeses, per tant, serà un negoci rentable.

En un exercici simulat del primer any, figura 6.1, es pot veure que en 4 mesos la empresa ja podria cobrir les despeses i començar a obtenir beneficis, és important veure, que el llindar per tal de recuperar la inversió està en els 5 clients, i és per això que aquest ha de ser el primer gran objectiu de la empresa.

	Clients nous	Clients totals	Despeses	Ingressos	Beneficis	Total Despeses	Total Ingressos	Total Beneficis
Gener	1	1	18.350,00 €	6.600,00 €	-11.750,00 €	18.350,00 €	6.600,00 €	-11.750,00 €
Febrer	1	2	3.700,00 €	7.200,00 €	3.500,00 €	22.050,00 €	13.800,00 €	-8.250,00 €
Març	1	3	4.050,00 €	7.800,00 €	3.750,00 €	26.100,00 €	21.600,00 €	-4.500,00 €
Abril	2	5	7.750,00 €	15.000,00 €	7.250,00 €	33.850,00 €	36.600,00 €	2.750,00 €
Maig	1	6	5.100,00 €	9.600,00 €	4.500,00 €	38.950,00 €	46.200,00 €	7.250,00 €
Juny	0	6	2.100,00 €	3.600,00 €	1.500,00 €	41.050,00 €	49.800,00 €	8.750,00 €
Juliol	1	7	5.450,00 €	10.200,00 €	4.750,00 €	46.500,00 €	60.000,00 €	13.500,00 €
Agost	1	8	5.800,00 €	10.800,00 €	5.000,00 €	52.300,00 €	70.800,00 €	18.500,00 €
Setembre	2	10	9.500,00 €	18.000,00 €	8.500,00 €	61.800,00 €	88.800,00 €	27.000,00 €
Octubre	2	12	10.200,00 €	19.200,00 €	9.000,00 €	72.000,00 €	108.000,00 €	36.000,00 €
Novembre	3	15	14.250,00 €	27.000,00 €	12.750,00 €	86.250,00 €	135.000,00 €	48.750,00 €
Desembre	2	17	11.950,00 €	22.200,00 €	10.250,00 €	98.200,00 €	157.200,00 €	59.000,00 €

Figura 6.3. Predicció costos i beneficis anual segons nombre de clients

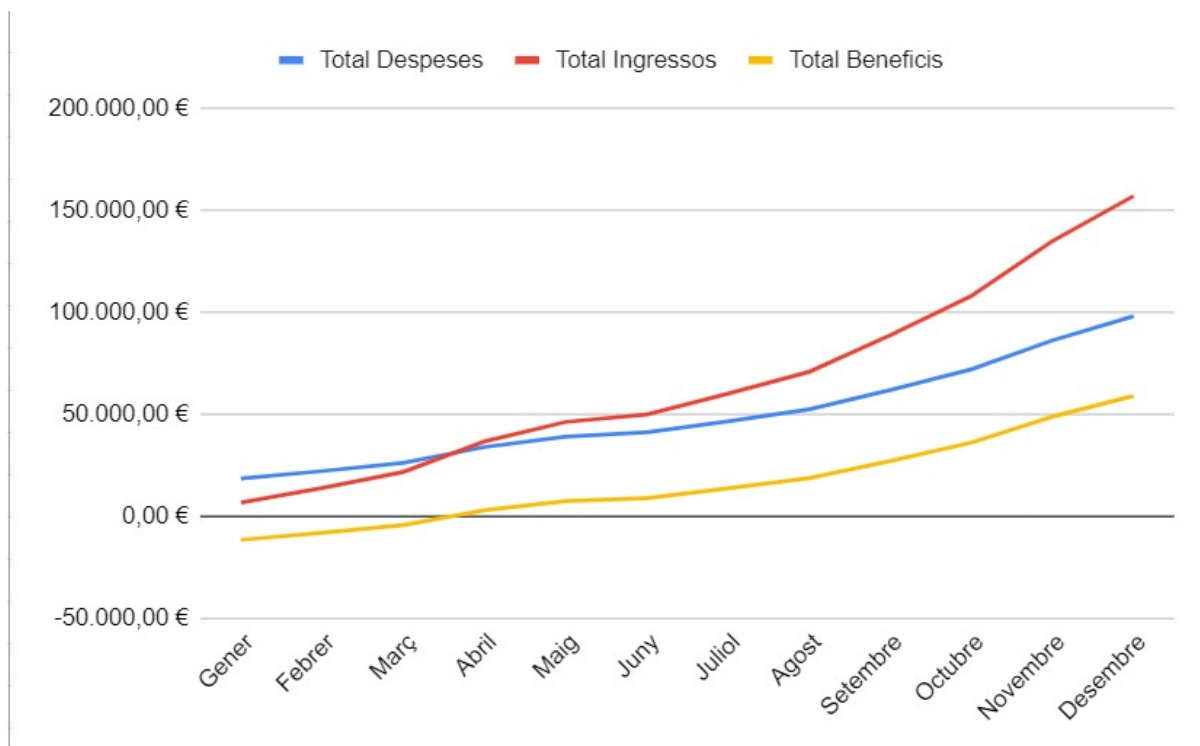


Figura 6.4. Gràfic de l'estudi de costos i beneficis anual segons nombre de clients

A part d'aquestes idees, una altra manera de generar ingressos podria ser aportant més valor al negoci, per exemple, es podria entrar en el servei de repartiment a domicili. Tractant-se d'una aplicació on l'objectiu és vendre articles de la llar, és important comptar amb un servei d'enviament, ja que són objectes generalment pesats i difícils de transportar. Si aquest servei de repartiment és gestionat per l'empresa en comptes d'altres empreses de logística, es podria augmentar la facturació, i amb el suficient volum de vendes és un negoci rentable.

7. Anàlisi de resultats

La valoració del treball ha estat molt positiva, s'han assolit la gran majoria dels objectius marcats inicialment i s'ha demostrat que crear una solució com la que es proposava en aquest projecte seria viable, tant a nivell tecnològic com empresarial.

La valoració del treball és molt positiva, les tendències i investigacions que s'estan duent a terme en el món de la realitat augmentada estan són molt interessants, i estan obrint portes a crear tecnologies que fins fa poc no eren possibles.

Es pot considerar demostrat que l'idea és totalment aprofitable i que en cas de convertir-se en un negoci real podria tenir èxit i esdevenir una tendència en el sector dels mobles de la llar.

Tot i estar el treball finalitzat, el projecte segueix en curs i es segueixen desenvolupant noves parts de l'aplicació.

De la manera en que estava separat aquest projecte, existien 3 grans parts que cobrir; les tècniques de modelatge 3D a partir d'imatges, la representació de models 3D en realitat augmentada, i l'estudi de la viabilitat d'un negoci que es dediques, a partir d'aquestes dues, a crear una solució viable.

En la primera part, ha quedat demostrat que la renderització volumètrica, tot i ser molt més complexe que la fotogrametria, no només és viable actualment sinó que en el futur serà pràcticament indispensable.

En comptes de simplement crear un context estàtic, amb la renderització volumètrica, aquest serà molt més dinàmic, i probablement, veient lo ràpid que evolucionen aquests estudis, existiran moltes més avantatges on la fotogrametria no podrà arribar.

Malgrat això, tot i que la solució no seria tant bona, també es podria aconseguir un resultat funcional amb fotogrametria. Tenint en compte la diferencia de recursos necessaris entre una i altre, seria interessant experimentar primer amb una solució d'aquest estil abans de fer la gran inversió que suposa la renderització volumètrica.

Anàlisi de resultats

En la segona part, s'ha aconseguit crear una aplicació funcional que permeti la representació de models 3D en realitat augmentada, per lo que es pot arribar a la conclusió de que seria factible crear la proposta en aquest sentit.

Finalment , en quan a l'estudi de negoci i de la viabilitat, s'han mostrat diferents maneres per aconseguir que aquest projecte sigui viable en tots els sentits i probablement aconseguir una bona rendibilitat d'aquesta solució.

8. Conclusions

Per tal d'aconseguir l'objectiu principal d'aquest projecte, que és la creació d'una aplicació funcional per la creació de models 3D d'articles de la llar a partir de l'escaneig d'imatges i tècniques de renderització, i la posterior representació en realitat augmentada d'aquest, hem vist que existeixen molts camins a per arribar i possibles decisions que prendre.

Després de l'estudi de les tecnologies i la pràctica en algunes d'elles, queda demostrat que aconseguir desenvolupar el projecte és possible. Tot i això degut als avanços de la realitat augmentada i sobretot amb les noves solucions que estan apareixent combinant aquesta amb intel·ligència artificial, encara estaria lluny de ser una sol·lució ideal. El sistema que es desenvolupi hauria d'anar lligat de la mà amb les noves investigacions i els nous conceptes que apareguin per intentar oferir sempre la millor solució possible.

Tot i que inicialment es pretenia crear l'aplicació d'escaneig a partir de fotogrametria, l'estudi posterior sobre les tècniques de renderització volumètrica i els diferents estudis existents sobre aquesta, s'ha arribat a la conclusió que seria possible, tot i que molt més complex, aconseguir crear l'aplicació a partir d'aquesta tecnologia. El fet de que aquesta sigui molt més interessant tecnològicament, ha fet pivotar les investigacions cap a aquesta i focalitzar-se en aprendre a crear una xarxa neuronal pròpia per a la solució.

També en l'apartat de representació 3D a través de realitat augmentada, on ja s'ha creat una aplicació funcional a partir de models predeterminats. Tot i que inicialment sigui una bona manera per aconseguir una solució funcional, seria interessant que aquesta esdevingues una solució més intel·ligent, intentant aconseguir integrar-se molt més en l'escena i afegir més funcionalitats, tot i això, s'ha assolit l'objectiu de demostrar que seria possible i viable crear una solució amb aquestes característiques.

Finalment, la conclusió més important que es pot treure d'aquest treball, és que amb la rapidesa amb la que avança la tecnologia i els girs que dona, el que més marcarà l'èxit o fracàs del projecte serà la capacitat d'adaptació.

Conclusions

Serà necessari mantenir un alt nivell de investigació i mostrar-se obert al canvi per tal de oferir sempre la millor solució possible.

En aquestes tecnologies que avui en dia es veuen com a fantosies i impossibles, encara que des de fora no ho sembli, es solucionen problemes complexos a una gran velocitat.

És molt probable que de cara al futur, la realitat augmentada tingui molta presència en el dia a dia de la gent, sobretot combinada amb altres com Intel·ligència Artificial, el Big Data o Internet of Things.

9. Possibles ampliacions

El primer pas seria acabar l'aplicació de modelatge 3D a partir d'imatges, aquesta estaria en constant evolució per tant noves ampliacions serien possibles en períodes de temps curts, a mesura que els estudis en aquest camp creixin i ofereixin més solucions, tenint en compte cap a on s'esta adreçant actualment aquests estudis, la primera prioritat seria millorar el temps d'execució d'aquests i aconseguir una major qualitat.

Així com la IA ha d'anar millorant en el temps, la primera ampliació o canvi a fer seria que la part de representació d'un model 3D en realitat augmentada també utilitzes la informació proporcionada per la IA per poder obtenir resultats més realistes, amb una percepció real de l'espai i amb memòria. Hi ha estudis que estan evolucionant en aquest camp i que s'apliquen sobretot en camps com la robòtica, en la que una IA és capaç de recordar i recrear un entorn per el que ha anat i ha recaptat informació.

D'aquesta manera es podria integrar el model en l'escenari, i que aquest no fos només una superposició d'imatge com és actualment.

Una altra ampliació lògica que es podria dur a terme amb una millora de la IA utilitzada, és afegir altres articles més complexes per capturar i representar, com ara roba, si s'aconsegueix que la IA fos capaç d'entendre els cosos, es podria aconseguir per exemple col·locar una peça de roba en un cos, i fins i tot moure's d'acord al seu moviment per veure altres angles.

Finalment, algunes propostes que s'allunyarien una mica de la realitat actual, podrien ser la creació d'un sistema de "autodecoració", que a partir de les dades de clients amb perfils semblants a un, mostri combinacions que han comprat aquests i com quedaria en l'espai seleccionat .

També, afegir la capacitat d'emmagatzemar escenaris per poder tornar a crear aquella representació en el futur, sense la necessitat de haver de tornar a afegir tots els mobles .

Possibles ampliacions

Aquestes funcionalitats estarien una mica allunyades de la capacitat actual de l'aplicació, però tot i això, en un futur es podrien afegir per crear una proposta encara més completa i diferencial.

Bibliografia

[1] Article CGarcia, codeLearn, sobre la realitat virtual i la realitat augmentada [en línia] [consulta febrer 2022]

Disponible a <https://codelearn.cat/blog/realitat-virtual-i-realitat-aumentada-diferencies/>

[2] Article Bibiana Garcia , BBVA, sobre la holografia [en línia] [consulta febrer 2022]

Disponible a : <https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/mundo-digital/holografia-mas-util-en-la-vida-real-que-en-la-ciencia-ficcion/>

[3] Article de Juan Antonio Pascual, Computer hoy ,sobre la nova aplicació d'IKEA [en línia] [consulta gener 2022]

Disponible a: <https://computerhoy.com/noticias/tecnologia/ikea-studio-nueva-app-realidad-aumentada-lidar-852557>

[4] Estudi sobre venda online INE [en línia] [consulta abril 2022]

Disponible a:

https://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INECifrasINE_C&cid=1259952923622&p=1254735116567&pagename=ProductosYServicios%2FPYSLayout

Bibliografia

[5] Article del institut tècnic de Galicia, Pablo Díaz i Pablo Manuel Fernández [en línia]
[consulta abril 2022]

Disponible a : <https://itg.es/articulo-realidad-aumentada-y-la-industria-4-0/>

[6] Article d'economia hoy sobre el mercat del moble [en línia] [consulta abril 2022]

Disponible a : <https://www.economiadehoy.es/las-ventas-de-muebles-repuntan-en-2021-tras-caer-mas-de-un-15-por-ciento-en-2020>

[7] Treball de fi de grau de Carlos López Hernández [en línia] [consulta abril 2022]:

Disponible a : <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/110045/L%C3%93PEZ%20-%20Desarrollo%20de%20una%20aplicaci%C3%B3n%20de%20Realidad%20Aumentada%20con%20OpenCV.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[8] Article PortalTic sobre NeRF [en línia] [consulta febrer 2022]:

Disponible a : <https://www.europapress.es/portaltic/software/noticia-nvidia-presenta-instant-nerf-herramienta-convierte-fotografias-2d-escena-3d-renderizada-segundos-20220325181947.html>

[9] Projecte NeRF, Ben Mildenhall, Pratul P. Srinivasan, Matthew Tancik.[en línia]
[consulta febrer 2022]

Disponible a : <https://www.matthewtancik.com/nerf>

[10]Projecte Instant NeRF de Nvidia [en línia] [consulta març 2022]

Disponible a : <https://github.com/NVlabs/instant-ngp>

[11] Pàgina principal del projecte NERS, Jason Y. Zhang, Gengshan Yang, Shubham Tulsiani, Deva Ramanan [en línia] [consulta març 2022]

Disponible a : <https://jasony Zhang.com/ners/>

Documentació completa (paper) : <https://arxiv.org/pdf/2110.07604.pdf>

Bibliografia

[12] Pàgina ARFoundation [en línia] [consulta abril 2022]

Disponible a: <https://unity.com/es/unity/features/arfoundation>

[13] Video Kens 5 sobre entrenament de pilots amb VR a l'exèrcit d'USA [en línia] [consulta abril 2022]

Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=PgkyaJ4N1kA>

[14] Video Gràfics hiperrealistes Unreal engine Game4ever [en línia] [consulta abril 2022]

Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=75GLY3v1U4c>

[15] Article deloitte sobre la Indústria 4.0 [en línia] [consulta abril 2022]

Disponible a: <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/que-es-la-industria-4.0.html>

[16] Article acceseo sobre el fracàs de les Google glass [en línia] [consulta abril 2022]

Disponible a: <https://www.acceseo.com/por-que-fracasaron-las-google-glass.html/amp>

[17] Imatges sobre processos de software [en línia] [consulta gener 2022]:

Disponible a: <https://medium.com/omarelgabrys-blog/software-engineering-software-process-and-software-process-models-part-2-4a9d06213fdc>

[18] Pàgina Google ARCore:

Disponible a: <https://developers.google.com/ar>