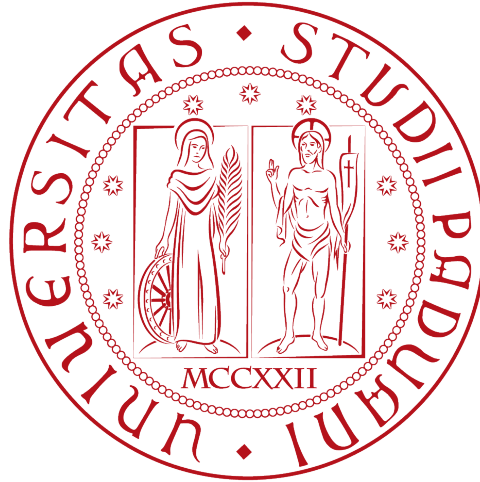


Università degli Studi di Padova  
Dipartimento di Matematica "Tullio Levi-Civita"  
Corso di Laurea Magistrale in Informatica



# RocketHand: un supporto alla riabilitazione della mano

Laureando:

Eleonora Peagno (ID: 1237035)

Relatore:

Prof.ssa Ombretta Gaggi

Anno accademico 2020-2021



---

A Katia.  
A mamma e papà.  
A chi avrebbe voluto esserci e non ha potuto.

Padova, 22.04.2022



---

## Ringraziamenti

Desidero ringraziare innanzitutto la mia relatrice prof.ssa Ombretta Gaggi, per il suo sostegno nella realizzazione di questo progetto e per avermi spronata a dare il meglio.

Vorrei ringraziare i vari fisioterapisti che hanno collaborato all'elaborazione, allo sviluppo e alla fase di test dell'applicazione.

Ringrazio quindi Emilio, Davide, Francesco, Sheila, Ilaria, Stefania ed i loro pazienti per i loro preziosi contributi.

Ringrazio poi Gianmaria, Anita e Giorgia per i loro fondamentali suggerimenti.

Ringrazio Mattia, per essermi stato accanto.

Ringrazio Katia, per l'infinita pazienza.

Ringrazio Perry, per il percorso fatto insieme.



## **Prefazione**

RocketHand è un progetto che nasce dall'idea di realizzare qualcosa che potesse essere di aiuto per qualcuno, anche per una sola persona: Katia.

Katia è una ragazza modenese che per anni ha dovuto fare i conti con le conseguenze di una grossa malformazione situata nel cervello, la quale le causava in primo luogo attacchi epilettici. L'operazione di rimozione le ha causato la perdita della sensibilità nel braccio e nella mano di sinistra, grossi problemi di mobilità ed altri disturbi.

In quel momento io non potevo fare nulla per lei, se non restarle accanto, non avevo le conoscenze adeguate.

Una sera di qualche anno dopo, però, mi sono resa conto che qualcosa, forse, si poteva fare. Lei ormai aveva ripreso ad usare abbastanza bene la mano ed il braccio ma chissà quanti come lei avrebbero potuto avere bisogno di fisioterapia riabilitativa per la mano.

Ecco, quindi, che nasce l'idea: un'app, un gioco, qualcosa che possa essere di supporto ed affiancare la normale riabilitazione, che possa essere divertente e che possa monitorare i progressi fatti nel tempo.





# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
1.1	Motivazioni . . . . .	2
1.2	Il progetto: RocketHand . . . . .	3
1.2.1	Obiettivi . . . . .	5
1.2.2	Problematiche . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Stato dell'arte</b>	<b>9</b>
2.1	La riabilitazione . . . . .	9
2.2	Gamification e Serious Games . . . . .	11
2.2.1	Gamification . . . . .	15
2.2.2	Serious Games . . . . .	17
2.3	Related works . . . . .	23
<b>3</b>	<b>Tecnologie utilizzate</b>	<b>29</b>
3.1	Classificazione dei framework . . . . .	29
3.1.1	Classificazione Raj e Tolety . . . . .	30
3.1.2	Classificazione El-Kassan et al . . . . .	33
3.2	Flutter . . . . .	35
3.2.1	Il linguaggio . . . . .	36
3.2.2	PubDev . . . . .	37
3.2.3	GetX . . . . .	37
3.3	Firebase . . . . .	46
3.4	Note sullo sviluppo . . . . .	54
<b>4</b>	<b>Il progetto</b>	<b>55</b>
4.1	Definizione dell'idea e primo contatto con i fisioterapisti . . . . .	55
4.2	Elaborazione degli esercizi . . . . .	59
4.3	Realizzazione degli esercizi . . . . .	60

## Indice

---

4.3.1	Raccolta dati . . . . .	63
4.4	Risultato dello sviluppo . . . . .	64
4.4.1	RocketHand: interfaccia per i pazienti . . . . .	65
4.4.2	RocketHand: interfaccia per i fisioterapisti . . . . .	76
<b>5</b>	<b>Risultati</b>	<b>79</b>
5.1	I contributi . . . . .	79
5.2	L'opinione dei pazienti . . . . .	82
5.3	L'opinione dei fisioterapisti . . . . .	93
5.4	Statistiche Firebase . . . . .	96
<b>6</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>99</b>
6.1	Future works . . . . .	102
<b>A</b>	<b>Feedback dei fisioterapisti</b>	<b>105</b>

# Elenco delle figure

2.1	Tabella Andrzej Marczewski . . . . .	14
2.2	Game thinking . . . . .	15
2.3	America's Army . . . . .	19
2.4	Logo Phantomation . . . . .	21
2.5	I tre giochi del progetto "Un videogioco per l'ambiente" . . . . .	21
2.6	Logo Foldit . . . . .	22
2.7	Logo ReHand . . . . .	23
2.8	Esercizi ReHand . . . . .	23
2.9	ReHand: versione di prova . . . . .	24
2.10	ReHand: traduzioni imprecise ed errore dimensioni dispositivo . . . . .	25
2.11	Logo DroidGlove . . . . .	26
2.12	DroidGlove: menu principale . . . . .	27
2.13	DroidGlove: menu area riservata . . . . .	28
3.1	Logo Ionic . . . . .	31
3.2	Logo PhoneGap . . . . .	31
3.3	Logo Titanium Appcelerator . . . . .	33
3.4	Logo Flutter . . . . .	33
3.5	Classificazione definita da El-Kassan et al . . . . .	35
3.6	Logo GetX . . . . .	37
3.7	GetX: variabile osservabile . . . . .	38
3.8	GetX: widget Obx . . . . .	39
3.9	GetX: widget GetBuilder e controller . . . . .	40
3.10	Navigazione Flutter standard (a) e con GetX (b) . . . . .	41
3.11	Esempio albero di navigazione . . . . .	41
3.12	Esempio di uso del comando Get.off() . . . . .	42
3.13	Esempio di uso del comando Get.offAll() . . . . .	43

## Elenco delle figure

---

3.14	Navigazione con named route . . . . .	43
3.15	Esempio di navigazione con parametri . . . . .	44
3.16	Esempio di utilizzo del comando Get.put() . . . . .	44
3.17	Esempio di utilizzo del comando Get.find() . . . . .	45
3.18	Esempio di utilizzo del comando Get.delete() . . . . .	46
3.19	Logo Firebase . . . . .	46
3.20	Collezione "exercices" . . . . .	51
3.21	Collezione "users" . . . . .	51
3.22	Collezione "records" . . . . .	52
3.23	Esempio query . . . . .	52
4.1	Piano Tiles: immagine di gioco . . . . .	56
4.2	RocketHand: logo . . . . .	64
4.3	RocketHand: autenticazione e registrazione . . . . .	65
4.4	RocketHand: lista e spiegazione esercizi . . . . .	66
4.5	RocketHand: esercizio "Equilibrio" . . . . .	67
4.6	RocketHand: esercizio "Tap" - tap singolo . . . . .	68
4.7	RocketHand: esercizio "Tap" - tap multiplo . . . . .	68
4.8	RocketHand: esercizio "Presca Tridigitale" . . . . .	70
4.9	RocketHand: esercizio "Polso" . . . . .	72
4.10	RocketHand: esercizio "Precisione" . . . . .	73
4.11	RocketHand: esercizio "Firma" . . . . .	74
4.12	RocketHand: esercizio "Pizzico" . . . . .	75
4.13	RocketHand: homepage fisioterapista . . . . .	76
4.14	RocketHand: codice fisioterapista . . . . .	77
4.15	RocketHand: Step visualizzazione risultati fisioterapista . . . . .	78
5.1	Risposte al questionario: domanda 1 . . . . .	84
5.2	Risposte al questionario: domanda 2 . . . . .	84
5.3	Risposte al questionario: domanda 3 . . . . .	85
5.4	Risposte al questionario: domanda 4 . . . . .	86
5.5	Risposte al questionario: domanda 5 . . . . .	86
5.6	Risposte al questionario: domanda 6 . . . . .	87
5.7	Risposte al questionario: domanda 7 . . . . .	89
5.8	Risposte al questionario: domanda 8 . . . . .	89
5.9	Risposte al questionario: domanda 9 . . . . .	89
5.10	Risposte al questionario: domanda 10 . . . . .	90

5.11	Risposte al questionario: domanda 11 . . . . .	91
5.12	Risposte al questionario: domanda 12 . . . . .	92
5.13	Risposte al questionario: domanda 13 . . . . .	92
5.14	Risposte al questionario: domanda 14 . . . . .	93
5.15	Risposte al questionario: domanda 15 . . . . .	93
5.16	Operazioni di lettura del database . . . . .	97
5.17	Operazioni di scrittura del database . . . . .	97



# Capitolo 1

## Introduzione

Al giorno d'oggi la tecnologia è parte integrante della quotidianità delle persone, è presente in ogni aspetto della vita privata e lavorativa.

La ritroviamo continuamente durante la giornata, dalla mattina quando chiediamo ad Alexa di prepararci il caffè mentre ci legge le notizie del giorno, fino a sera quando magari spegniamo le luci della camera comodamente stesi a letto, con il semplice tocco di un'icona sul cellulare.

La tecnologia è ovunque, è presente nei sensori delle auto, nei navigatori, negli ascensori, nelle televisioni che ora ci permettono di vedere qualsiasi film senza che sia necessario alzarsi dal divano per inserire un dvd nel lettore... ormai non siamo più abituati a farne a meno e per quanto da un lato ci stia rendendo facili prede della pigrizia, dall'altro è un aiuto fondamentale.

Molti studi, infatti, si concentrano sulle possibili applicazioni della moderna tecnologia a contesti medici, nei quali la si può ritrovare come uno strumento di supporto, di monitoraggio o addirittura come uno strumento salvavita. Si sente parlare ormai da anni dei bypass impiantati nel cuore delle persone malate, di pompe per l'insulina che controllano il livello di glucosio nel sangue e automaticamente iniettano quanto necessario, si hanno a disposizione centinaia di strumenti di analisi come la macchina per la risonanza magnetica o quella per l'elettrocardiogramma, si sta concretizzando sempre più l'idea di un "medico robotico" che possa assistere o magari addirittura sostituire un chirurgo durante gli interventi, andando così a rimuovere il fattore "errore umano" e si possono trovare moltissimi

altri esempi.

Con il progetto sviluppato per questa tesi, si vuole fare un piccolo passo in questo mondo, fornendo un piccolo contributo che un giorno, magari, potrà essere di grande aiuto per qualcuno.

Lo scopo di questa tesi è quello di sviluppare un'applicazione che possa rientrare in questi strumenti di assistenza e che, in particolare, possa essere uno strumento di assistenza ai pazienti che necessitano di sedute di fisioterapia per riabilitare la mobilità ed il corretto funzionamento delle mani e dei polsi.

In questa introduzione verrà riportata una panoramica generale di quelle che sono le motivazioni che hanno portato allo sviluppo dell'applicazione "RocketHand", degli obiettivi e delle problematiche affrontate.

## 1.1 Motivazioni

Quando in seguito ad un infortunio o un incidente si subisce un danno che coinvolge la mano o il polso, è facile che sia necessario un periodo in cui questi vanno mantenuti fermi, tramite tutore, stecche o gessi, a seconda della gravità della situazione. In questo periodo è normale perdere massa muscolare e mobilità dell'arto danneggiato ed è quindi spesso necessario sottoporsi a diverse sedute di fisioterapia. In media, le sedute si svolgono in ambulatorio una a settimana, per un periodo che non è quasi mai inferiore ai due o tre mesi.

Anche un danno o un problema neurologico possono influire sulla mobilità degli arti e la capacità compiere le azioni quotidiane. In questo caso, solitamente, le sedute di fisioterapia necessarie per il paziente coprono un arco temporale molto più lungo, soprattutto se il danno è causato da una malattia degenerativa.

Durante queste sedute, qualsiasi sia la causa che le rende necessarie, un fisioterapista valuta la situazione del singolo paziente, la tipologia del danno subito, la gravità delle conseguenze e consiglia una serie di esercizi da svolgere, allo stato attuale della medicina, in sua presenza. Purtroppo però questi non sono sufficienti e svolti in maniera troppo diradata nel tempo. Il



fisioterapista deve quindi assegnare alcuni esercizi, che possono essere gli stessi svolti in sede o meno, che il paziente dovrà svolgere a casa nel periodo che trascorre tra una seduta e l'altra.

Questi ultimi sono spesso noiosi e dolorosi per i pazienti che devono svolgerli con modo e con costanza, ripetendo sempre gli stessi movimenti più e più volte. La maggior parte dei pazienti non è quindi incentivata a svolgerli e finisce per eseguirli in modo non corretto o non eseguirli affatto.

Inoltre, nel periodo che trascorre tra l'incidente o l'insorgere del problema ed il termine della riabilitazione, il paziente è limitato nei movimenti ed anche le più semplici attività quotidiane possono risultare difficoltose. Spesso, infatti, l'arto danneggiato smette di dolere in tempi abbastanza contenuti ma la mobilità ed il recupero completo delle funzionalità, nonché della forza necessaria a svolgerle, richiedono un lasso di tempo molto più lungo.

Questo è un problema molto rilevante in quanto i pazienti, stanchi delle limitazioni date da un tutore o una fasciatura, non attendono la completa guarigione prima di tornare alla normale quotidianità, rischiando di subire ulteriori danni e di allungare ancora di più le tempistiche necessarie al recupero.

L'obiettivo del progetto "RocketHand" è quello di fornire uno strumento che possa sopperire a questi problemi. L'idea è infatti quella di mettere a disposizione uno strumento che renda lo svolgimento degli esercizi da parte dei pazienti più divertente ed accattivante, così da incoraggiarli ad eseguirli con costanza, alleggerendo l'impegno e, magari, permettendo di abbreviare i tempi di guarigione.

## **1.2 Il progetto: RocketHand**

Il progetto "RocketHand" si pone nell'ambito dei serious games e della gamification, con lo scopo di rendere più accattivante e meno noioso lo svolgimento degli esercizi assegnati dai fisioterapisti in seguito ad un avvenimento che ha portato il paziente ad avere la necessità di attività di riabilitazione. Come detto in precedenza, lo svolgimento di questi esercizi è di solito av-

vertito come noioso e poco coinvolgente dai pazienti, motivo per cui in molti non li svolgono correttamente o per il giusto periodo di tempo.

L'idea è quindi quella di fornire uno strumento che possa rendere questi esercizi accattivanti, qualcosa di divertente e stimolante, che permetta di superare l'ostacolo della noia ed il corretto svolgimento della terapia assegnata a ciascuno.

Inoltre, può essere implementato anche un sistema di notifiche push che ricordino ai pazienti di svolgere gli esercizi durante la giornata.

L'obiettivo principale, comunque, è quello di rielaborare gli esercizi che vengono solitamente richiesti ai pazienti in modo che possano essere percepiti come un minigioco semplice e colorato, in grado di calcolare e fornire un punteggio per ciascuna sessione. In questo modo gli esercizi potranno essere più stimolanti e spingere gli utenti a proseguire nell'utilizzo mostrando di volta in volta il risultato ed incitando al miglioramento.

È stato scelto di realizzare questo progetto sotto forma di un'applicazione per smartphone per sfruttare i seguenti vantaggi:

- a novembre 2020 in Italia si contavano 80 milioni di dispositivi a fronte di 60 milioni di abitanti [26] per cui si può, senza dubbio alcuno, affermare che sia una tipologia di dispositivo con una diffusione di massa;
- è un dispositivo che mette a disposizione una vasta gamma di componenti e sensori come ad esempio fotocamera, GPS e accelerometro, fortemente utilizzato nel progetto RocketHand;
- essendo un dispositivo personale, la sua memoria interna può essere interpretata come una locazione sicura in cui salvare informazioni personali (i dati registrati durante gli esercizi sono comunque dati medici, e uno degli esercizi consiste nello scrivere la propria firma);
- infine, permette una facile e veloce diffusione dell'applicazione poiché è possibile renderla disponibile sugli store dedicati alle applicazioni Android e iOS, rispettivamente PlayStore e AppStore.

Come vedremo nel capitolo 2, questa scelta è il principale aspetto che differenzia l'applicazione RocketHand da ReHand. Questa, è un'applicazione sviluppata da un team spagnolo che, a sua volta, fornisce una serie di esercizi dedicati alla riabilitazione della mano e del polso. Questi possono essere svolti dai pazienti che hanno bisogno ma richiede necessariamente l'utilizzo di un dispositivo con uno schermo dalla superficie maggiore rispetto ad uno smartphone, nella fattispecie di un tablet.

Entrambe queste tipologie di dispositivo comportano una serie di pro e di contro, i quali verranno analizzati nel dettaglio nella sezione dedicata all'applicazione ReHand del capitolo successivo.

## 1.2.1 Obiettivi

Riassumendo quanto detto fino ad ora, lo scopo di questa tesi è:

- identificare quella che è l'attuale procedura a cui i pazienti vengono sottoposti quando si rende necessario seguire un periodo di riabilitazione che coinvolge la mano e/o il polso;
- individuare quali sono gli esercizi che vengono assegnati con più frequenza, considerando che per ciascuna patologia e per ciascun caso, possono essere richiesti esercizi diversi e specifici per quel particolare contesto;
- elaborare questi esercizi in una loro "versione digitale", intesa come una versione dell'esercizio che coinvolga in qualche modo l'uso di uno smartphone, il quale avrà il compito di guidare il paziente nello svolgimento, raccogliere dati e risultati ma, soprattutto, rendere l'esercizio stesso simile ad un minigioco sfruttando le nozioni e le tecniche dei serious games e della gamification.

In questo modo si vuole motivare all'utilizzo dell'applicazione e quindi allo svolgimento degli esercizi con costanza e per i tempi prestabiliti dal fisioterapista e, di conseguenza, si vorrebbero anche abbreviare i tempi di guarigione permettendo al paziente di tornare quanto prima alla normalità.

Questo secondo punto potrebbe essere anche una fonte di risparmio per le strutture ambulatoriali e ospedaliere le quali avrebbero in ca-

rico i pazienti per un lasso di tempo più breve. Lo stesso potrebbe essere anche per i pazienti;

- realizzare gli esercizi nella versione di cui sopra e raccogliarli all'interno di un'unica applicazione creata ad hoc;
- realizzare il sistema di monitoraggio e di raccolta dati per ciascun esercizio, in modo che i progressi fatti nel tempo possano essere salvati e analizzati da chi di competenza;
- realizzare un'interfaccia dedicata ai fisioterapisti, i quali dovrebbero poter visualizzare facilmente i risultati ottenuti dai propri pazienti, così da poter monitorare gli eventuali progressi ma anche l'utilizzo dell'applicazione e quindi la frequenza di svolgimento degli esercizi;
- riportare i risultati ottenuti dai test eseguiti sull'applicazione così realizzata. I test sono stati eseguiti da pazienti reali affiancati da dei fisioterapisti professionisti: in questo modo i primi hanno avuto un punto di riferimento che li ha guidati nel corretto svolgimento degli esercizi e i secondi hanno potuto accertare la validità del lavoro svolto nello sviluppo dell'app RocketHand.

### 1.2.2 Problematiche

Tra i principali problemi riscontrati nell'elaborazione del progetto RocketHand, il primo in assoluto è stato quello di trovare il modo per rendere effettivamente valido e utile il lavoro che avrebbe dovuto risultare alla conclusione dello sviluppo. Per fare questo era necessario che qualcuno con le competenze e le conoscenze adeguate affiancasse il lavoro di sviluppo, fornendo indicazioni e consigli sulla realizzazione degli esercizi.

Al fine di ottenere questo supporto, sono stati contattati diversi fisioterapisti, alcuni dei quali hanno dato disponibilità per assistere all'elaborazione degli esercizi e alla loro successiva fase di test. Questa fase del progetto è documentata nel capitolo 4.

Un secondo problema da affrontare è quello legato alla dimensione dello schermo del dispositivo scelto per lo sviluppo.

Come detto in precedenza, è stato scelto di destinare l'applicazione RocketHand all'utilizzo su smartphone e non su tablet. Questo poiché il primo risulta molto più diffuso tra la popolazione e permette quindi di raggiungere un maggior numero di utenti.

La superficie dello schermo di uno smartphone è però limitata e per questo è stato necessario escludere alcuni esercizi dalla rosa dei candidati allo sviluppo. Inoltre, sono stati necessari alcuni accorgimenti nella realizzazione degli esercizi rimanenti, in modo che potessero essere efficaci e di facile utilizzo nonostante i limiti del dispositivo.

Il lavoro fatto per elaborare ciascun esercizio è riportata in modo esteso nel capitolo 4.

Un terzo problema è legato al fattore della privacy.

La maggior parte degli esercizi sviluppati, infatti, prevede il salvataggio dei risultati ottenuti nello svolgimento di un esercizio su un database. Questi risultati devono, in qualche modo, poter essere collegati ad uno specifico paziente al quale, quindi, sarà necessario richiedere una registrazione al sistema tramite dati personali come nome, cognome ed email.

Di fronte ad una richiesta simile, l'utente è giustamente portato a non fidarsi nel condividere i suoi dati sensibili e potrebbe quindi decidere di non utilizzare l'applicazione.

Un secondo aspetto di questo problema legato alla privacy, riguarda il salvataggio dell'immagine raffigurante la firma dell'utente, realizzata durante lo svolgimento dell'esercizio "Firma" di cui si parla nel dettaglio nel capitolo 4.

Un ultimo problema da affrontare è stato quello che riguarda la possibilità di pubblicare l'applicazione RocketHand sugli store Apple e iOS.

La pubblicazione avrebbe sicuramente reso più semplice la diffusione dell'applicazione ma l'idea ha suscitato una serie di dubbi che hanno portato alla decisione di perseguire in questa direzione, almeno non al momento. Infatti si è ritenuto che la pubblicazione, che sarebbe stata fatta sfruttando gli account messi a disposizione dall'Ateneo, avrebbe potuto ostacolare una possibile futura vendita dell'applicativo.

Questo aspetto è meglio discusso nel capitolo 3.

Si può far nota, in questo paragrafo, anche al fatto che l'applicazione necessita di essere collegata alla rete Internet per permettere l'accesso agli utenti, salvare i risultati e visualizzarli. Questo però è stato visto come un problema marginale visto che, ad oggi, la maggior parte dei dispositivi è costantemente connessa alla rete.

# Capitolo 2

## Stato dell'arte

Il progetto RocketHand si colloca nell'ambito della gamification e dei serious games applicati alle tecniche di riabilitazione delle funzionalità della mano e del polso.

Viene quindi riportata una breve descrizione di ciò che si intende per "riabilitazione della mano" e, di seguito, una panoramica di quello che è lo stato dell'arte per quanto concerne i concetti di "gamification" e "serious games".

### 2.1 La riabilitazione

La mano è una struttura estremamente complessa, composta da 27 ossa e 270 cm di vasi sanguigni, contiene 600 recettori del dolore e 900 terminazione nervose.

Nel momento in cui, a causa di un incidente, un intervento o il progredire di una malattia si va ad intaccare la funzionalità della mano, diventa necessario iniziare un percorso di riabilitazione dell'arto.

La riabilitazione della mano riguarda un ramo specialistico della fisioterapia (ovvero quella disciplina *"che si occupa della prevenzione, cura e riabilitazione dei pazienti affetti da patologie o disfunzioni congenite o acquisite in ambito muscoloscheletrico, neurologico e viscerale attraverso molteplici interventi terapeutici"* [32]) e della terapia occupazionale (ovvero quella disciplina che si occupa di sottoporre i pazienti ad un trattamento che ha come fine *"sviluppare, recuperare o mantenere le competenze della vita quotidiana e*

*lavorativa delle persone con disabilità cognitive, fisiche, psichiche tramite attività" [31]) che si focalizza su quest'organo molto complesso.*

*In altre parole si tratta della "gestione non chirurgica dei disturbi della mano e delle lesioni che influiscono sulla funzionalità dell'arto" [28].*

Data la complessità dell'arto si ha bisogno non solo di una disciplina specifica ma anche di un professionista specifico che sia in grado di applicare tutte le tecniche sviluppate in modo da stare al passo con il progresso delle tecniche chirurgiche. In seguito a questo progresso della chirurgia si ha, infatti, anche una richiesta di un supporto al recupero che assicuri una migliore qualità dei risultati in un minore lasso di tempo.

La riabilitazione, si diceva prima, diventa necessaria ogni qual volta che la mano perde funzionalità. Questa perdita può essere causata da diversi fattori tra cui:

- un'immobilizzazione forzata, a causa ad esempio della rottura di un osso e conseguente ingessatura;
- una ferita che porta allo sviluppo di una cicatrice profonda o aderente, posta in modo da limitare o addirittura rendere impossibili determinati movimenti;
- la presenza di patologie infiammatorie o degenerative come artite e artrosi o altre patologie dette "non traumatiche" (ovvero non causate da un trauma fisico, un esempio è il tunnel carpale);
- malformazioni genetiche;
- in seguito ad un intervento chirurgico.

La riabilitazione prevede una lunga serie di sedute di trattamento che solitamente non coprono un lasso di tempo inferiore ai 2-3 mesi e che possono dilungarsi di molto nel tempo, a seconda della gravità della situazione o del progredire di una patologia.

Esistono diverse tipologie di trattamento, ciascuna specifica ed adeguata ad un particolare contesto o problema.

Alcuni esempi sono:

- terapie fisiche e strumentali



- ultrasuoni;
- laserterapia;
- correnti TENS;
- etc
- terapie manuali
  - tecniche di rinforzo muscolare;
  - tecniche di manipolazione e mobilizzazione delle articolazioni;
  - trattamento dei tessuti cicatriziali;
  - etc
- trattamenti attivi per il recupero funzionale
  - rinforzo muscolare;
  - ripristino dei movimenti fini delle dita;
- tecniche neurologiche
  - ricostruzione della lateralità;
  - mirror therapy.

Tra tutte, il progetto RocketHand si focalizza sui "trattamenti attivi per il recupero funzionale" proponendosi di fornire una serie di esercizi utili in particolar modo al ripristino dei movimenti fini, ovvero di precisione, delle dita.

## **2.2 Gamification e Serious Games**

Come anticipato, il progetto "RocketHand" di cui riporta questa tesi, si inserisce nell'ambito della gamification e dei serious games.

Questi due concetti hanno diversi aspetti in comune e per questo la loro precisa definizione e distinzione è un argomento ancora dibattuto.

La più semplice definizione di "gamification" che si trova nella letteratura disponibile per questo concetto, si trova all'interno dell'articolo redatto da Deterding et al [23]:

*l'utilizzo di elementi di gioco e di game design all'interno di contesti non prettamente ludici*

Molto simile è la definizione riportata nell'articolo redatto da Innocenzi [33]:

*l'uso di meccaniche di gioco in contesti non ludici per creare motivazione e modificare i comportamenti degli utenti*

Per "serious game" si intende invece

*(digital) games used for purposes other than mere entertainmen [38]*

ovvero un gioco che non ha come fine il solo divertimento ma che ha anche dei fini educativi o di apprendimento. In altre parole, si tratta di giochi dove la componente ludica viene messa in secondo piano, a favore di una componente educativa e con scopi didattici.

Molto similmente, nel loro libro "Serious Games Foundations, Concepts and Practice" Dörner, Göbel, Effelsberg e Wiemeyer riportano:

*A serious game is a digital game created with the intention to entertain and to achieve at least one additional goal (e.g., learning or health) [39]*

Da sottolineare il fatto che i serious game restano dei veri e propri giochi a tutti gli effetti, in contrasto con le "gamified application" (applicazioni sviluppate con tecniche di gamification) che usano invece dei singoli elementi del gioco (come l'assegnazione di punteggi o una classifica da scalare) all'interno di contesti che, comunemente, non li prevederebbero.

Una rappresentazione grafica di alcune tra le principali differenze tra serious games e gamification è la tabella riportata in figura 2.1.

La realizzazione di questa illustrazione viene riconosciuta ad Andrzej Marczewski, un web developer che ha dedicato parte dei suoi studi e del suo lavoro all'approfondimento del concetto di gamification e delle sue possibilità.

Nel suo libro "Gamification: a simple introduction" [22], definisce questo concetto di gamification come:

*the application of gaming metaphors to real life tasks to influence behaviour, improve motivation and enhance engagement*

ovvero

*l'applicazione di metafore del gioco alla vita reale per influenzare il comportamento, migliorare la motivazione e aumentare il coinvolgimento*

Nella tabella 2.1 vengono definiti quattro livelli progressivi di integrazione della componente ludica nello sviluppo delle applicazioni, ovvero quattro diversi livelli ai quali corrisponde una maggiore o minore presenza di elementi tipici del gioco in una determinata tipologia di applicazione. Questi livelli, infatti, vanno a definire distintamente ciò che compone e riguarda, ad esempio, un gioco piuttosto che un serious game [24].

Le variabili considerate per l'individuazione di questi quattro diversi livelli di integrazione sono:

- il "game thinking" definito da Marczewski come:

*the use of games and game-like approaches to solve problems and create better experiences*[21];

- le singole componenti di un gioco (come, ad esempio, un meccanismo a premi, un regolamento da seguire o delle classifiche da scalare);
- la pratica effettiva dell'attività ludica, l'effettiva esperienza di gioco;
- lo scopo (unico e principale, o meno) di fornire puro divertimento.

	GAME THINKING	GAME ELEMENTS	GAME PLAY	JUST FOR FUN
GAMEFUL DESIGN	●			
GAMIFICATION	●	●		
SERIOUS GAME/ SIMULATION	●	●	●	
GAME	●	●	●	●

Figura 2.1: Tabella Andrzej Marczewski

Il gioco vero e proprio è l'unico che possiede tutte e quattro le caratteristiche, le altre tipologie di applicazione perdono innanzitutto lo scopo di divertire come loro unico scopo: mantengono questa volontà ma associano a questa un secondo fine che prende il sopravvento sul primo.

Lo scopo, infatti, diventa quello di comunicare, insegnare o modificare un comportamento in modo divertente ed accattivante, facendolo sembrare facile e piacevole, come se fosse, appunto, un gioco.

Nel grafico seguente, riportato in figura 2.2 [2], si può vedere la distribuzione di queste quattro tipologie di approccio sulla base del loro obiettivo (di puro divertimento o, in contrapposizione, educativo) e dell'importanza data alla componente effettiva di gioco di ciascuna di esse.

Anche qui si nota facilmente come lo scopo primario dell'applicazione crei una netta distinzione tra quello che è il gioco puro, che ha come obiettivo primario il divertimento dell'utente, e la gamification ed il serious game, che invece si focalizzano su uno scopo diverso, nella maggior parte dei casi educativo o indirizzato all'acquisizione di nozioni.

A distinguere questi ultimi due, l'importanza data all'esperienza effettiva di gioco, fondamentale nel serious game e messa in secondo piano nelle gamified application.

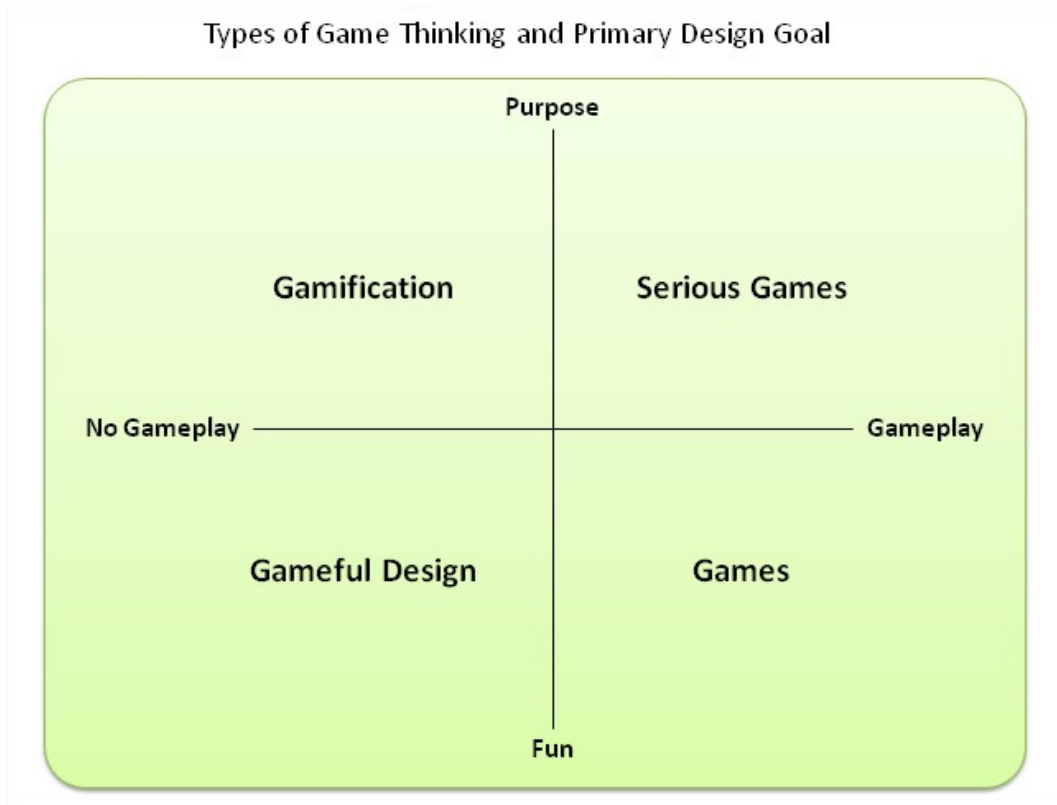


Figura 2.2: Game thinking

É interessante considerare come lo studio della gamification (e più in generale dell'inserimento di elementi di gioco in contesti che esulano dal puro gioco) sia basato su un concetto psico-fisico: è noto che, nell'essere umano sono presenti due ghiandole, l'ippocampo e l'amigdala, rispettivamente collegate alle emozioni "positive" e "negative" [36] [37].

L'obiettivo è quello di creare una connessione tra la stimolazione di emozioni positive ed il gioco tramite feedback immediati legati ai risultati ottenuti. In questo modo è possibile influenzare il comportamento, ispirando azioni che portino a risultati positivi per sé stessi e per gli altri.

### 2.2.1 Gamification

Il termine "gamification" compare nei primi anni 2000 e viene definito come l'utilizzo di elementi di gioco e del game design per sostenere la motivazione all'apprendimento e alla persecuzione dell'utilizzo di un determinato strumento.

In altre parole, con questo termine si indica l'applicazione di meccaniche e dinamiche proprie del gioco ad attività che non hanno direttamente a che fare con esso, così da mantenere alto l'interesse per l'attività che si sta svolgendo.

La gamification è solitamente applicata a contesti di vita reale, nei quali il gioco in sé e per sé è secondario rispetto a ciò che all'utente viene chiesto di eseguire.

Nonostante questo, il suo obiettivo è comunque quello di persuadere l'utente a continuare a fare ciò che gli viene proposto, influenzando il suo comportamento in modo da far sì che il compito gli risulti più leggero e semplice.

Si vuole creare *engagement* in un sistema che resta comunque *non immersive*, che richiede, cioè, attenzione parziale da parte dell'utente: in questo contesto, infatti, il gioco viene svolto di tanto in tanto e non continuativamente come nei serious games.

A seconda del contesto, l'uso della gamification può essere impiegato con fini differenti.

Uno particolarmente adatto all'applicazione della gamification ed i suoi accorgimenti, è quello dello studio e dell'istruzione.

Questo è un ambito che nella maggior parte dei casi è considerato noioso, che viene percepito come un obbligo e che quindi risulta pesante e poco accattivante. Ciò che vuole fare la gamification è alleviare, se non addirittura eliminare, queste sensazioni fornendo una motivazione che spinga allo studio e all'apprendimento.

Si noti che questo non significa banalizzare: l'obiettivo resta comunque quello di consolidare delle nozioni, il gioco è solo un mero strumento per fissarle.

In un contesto commerciale invece, l'utilizzo delle tecniche di gamification potrebbe aiutare un marchio ad ottenere facilmente:

- la fidelizzazione del cliente o dell'utente;
- la generazione e ottenimento di leads;

- l'aumento dell'awareness, ovvero il grado di conoscenza di un determinato brand da parte del pubblico.

Questo potrebbe avvenire inserendo dei minigiochi all'interno dei siti o delle applicazioni del marchio, spingendo il consumatore ad utilizzarli con regolarità mettendo in palio degli sconti o vantaggi di altro tipo.

Inoltre, predisponendo la possibilità di condividere i propri risultati sui social, gli utenti potrebbero essere fonte di pubblicità per il brand e ne richiameranno altri (di utenti), senza che per l'azienda sia necessario utilizzare altri metodi di diffusione (come, ad esempio, i cartelloni pubblicitari).

In questo modo viene anche incentivata la nascita di rapporti tra gli utenti che potranno motivarsi vicendevolmente al raggiungimento degli obiettivi proposti.

Infine, all'interno di un'azienda, le stesse tecniche di gamification potrebbero essere utilizzate per:

- la formazione dei dipendenti che, come dei qualsiasi studenti, potrebbero trovare noiosi dei corsi che si ritrovano costretti a seguire;
- per incentivare il teambuilding, magari facendo partecipare i membri di una squadra ad una sorta di gioco che potrebbe aiutare a creare legami, a riscontrare e valorizzare le migliori abilità di ciascuno;
- in fase di recruitment, favorendo la radicalizzazione di un bel ricordo dell'azienda nei soggetti con cui si entra in contatto.

### 2.2.2 Serious Games

Il primo gioco a poter essere definito un serious game, è conosciuto con il nome di "Kriegsspiel" e risale alla prussia del XIX secolo. Consisteva nella simulazione di una serie di scenari di guerra per i quali i membri dell'esercito cercavano di prepararsi.

Questa tipologia di gioco viene definita "professional wargame" ed ha permesso all'esercito prussiano di sovrastare su quello tedesco durante le battaglie svoltesi tra il 1864 e il 1870.

Successivamente, alla luce di questo successo, anche l'esercito tedesco ha

adottato questa strategia di addestramento, seguito poi dall'esercito statunitense e quello giapponese [43].

La storia dei Serious Games nella loro versione digitale, come la conosciamo oggi, ha inizio invece negli anni Novanta con il concetto di "Edutainment".

Con questo termine si indicava, un qualsiasi mezzo multimediale, diretto in particolar modo alle famiglie (programmi televisivi, software, siti web, o videogiochi), che utilizzasse una comunicazione giocosa per trasmettere nozioni. In pratica si includeva qualunque strumento digitale che rendesse divertente e stimolasse l'apprendimento di concetti mantenendo alto il livello di attenzione e concentrazione degli utenti.

I serious games, a differenza delle gamified application, sono infatti *immersive*, proprio come un moderno videogioco.

Nel 1970 ne viene data la prima definizione ufficiale:

*"We are concerned with serious games in the sense of that these games have an explicit and carefully thought-out educational purpose and are not intended to be primarily for amusement" [45][46].*

Nel 2002 fu presentato quello che è considerato a tutti gli effetti il primo serious game, inteso come dalla definizione di Zyda del 2005:

*"a mental contest, played with a computer in accordance with specific rules, that uses entertainment to further govern or corporate training, education, health, public policy, and strategic communication objectives" [45][47].*

Si tratta di America's Army (figura 2.3), una sorta di videogioco finanziato dall'esercito degli Stati Uniti che aveva come scopo il presentare, ai propri utenti, le responsabilità ed i ruoli di un membro dell'esercito.





Figura 2.3: America's Army

Questo è solo un esempio di serious game che può, invero, essere di qualsiasi tipo: come in capo militare può essere utilizzato per l'addestramento del personale tecnico o per svolgere esercitazioni per operazioni rischiose in un ambiente simulato, in campo politico posso essere utilizzati per simulare degli scenari che figure politiche potrebbero trovarsi a dover affrontare.

In abito formativo posso essere utilizzati per insegnare semplici nozioni a bambini anche molto piccoli, come le lettere dell'alfabeto a dei bambini della scuola dell'infanzia, oppure utilizzati per la formazione professionale di piloti e macchinisti, permettendo lo sviluppo di simulatori di volo o di guida.

Ma ancora possono essere utilizzati in ambito medico per la formazione di medici e chirurghi, rendendo possibile il provare più e più volte un intervento anche complesso prima di eseguirlo.

Gli ambiti di utilizzo dei serious games sono davvero tantissimi e possono dare vita a giochi formativi molto diversi tra loro. In questi, però, è sempre possibile individuare due componenti fondamentali:

- una componente formativa, che ha il compito di far apprendere dei concetti, consolidare delle capacità o insegnarne di nuove, guidare in un compito da svolgere;
- una componente ludica, che ha il compito di alleggerire e rendere quanto più possibile piacevole l'esperienza.

Oltre a queste due componenti fondamentali presenti in ogni serious game, in alcuni può essere presente una terza componente: una componente simulativa della realtà.

Questa fornisce all'utente un ambiente quanto più possibile realistico che sia però protetto, dove si possono commettere errori senza subire le conseguenze che si avrebbero nella realtà. Un classico esempio di questa componente lo si può trovare nei simulatori di volo, dove il pilota può commettere errori senza che vi siano gravi ripercussioni su di lui o su altri.

In generale, uno dei problemi maggiori dei serious games è quello di trovare un buon equilibrio tra gli elementi ludici e gli obiettivi didattici, in modo che i primi non siano troppo invadenti e che i secondi non vadano messi in secondo piano.

Inoltre, per loro natura i serious games sono adatti alla diffusione di informazioni e nozioni che rimangono stabili nel tempo, essendo applicativi poco flessibili e che richiederebbero un grosso investimento in termini di tempo e denaro per apportare una modifica.

Un simulatore di volo, ad esempio, non richiederà molto spesso delle modifiche sostanziali, semmai degli accorgimenti che possono essere affrontati senza che sia necessario il dispiego di un grande quantitativo di energie e risorse.

Esistono diverse possibili classificazioni dei serious game ma, in linea generale, possono essere suddivisi come:

- teaching games: hanno lo scopo di insegnare qualcosa. Un esempio è il già citato America's Army o il gioco Phantomation che ha lo scopo di insegnare ad utilizzare il programma di grafica vettoriale Sketch (figura 2.4).



Figura 2.4: Logo Phantomation

- meaningful games: hanno lo scopo di passare un messaggio significativo come, per esempio, insegnare ai bambini a rispettare l'ambiente. Proprio per questo scopo è stato realizzato il progetto STEM 2020 "Un videogioco per l'ambiente": i partecipanti a questo progetto hanno realizzato tre videogiochi dedicati ai bambini delle scuole primarie con lo scopo di insegnare loro l'importanza del riciclo, le conseguenze della produzione massiccia di rifiuti e dell'inquinamento dell'ambiente (figura 2.5).



Figura 2.5: I tre giochi del progetto "Un videogioco per l'ambiente"

- proposeful games: sono giochi che prevedono un percorso di crescita, supportato ed incentivato da premi, con lo scopo di raggiungere

un obiettivo finale che abbia ripercussioni nel mondo reale.

Un esempio è Foldit (figura 2.6) che insegna il dispiegamento delle proteine attraverso dei puzzle ed è stato uno strumento fondamentale per decifrare la struttura del virus Mason-Pfizer, presente nelle scimmie e responsabile nell'uomo di infezioni da immunodeficienza come HIV e AIDS [48][49][50][51].



Figura 2.6: Logo Foldit

## 2.3 Related works

Durante la fase di progettazione dell'applicazione RocketHand, sono stati esaminati due diversi lavori già esistenti.

### ReHand

La prima ad essere stata incontrata, è l'applicazione ReHand[11] (figura 2.7): questa applicazione, sviluppata da un team spagnolo, propone degli esercizi che possono essere di supporto alla riabilitazione della mano e del polso. Permette inoltre ai fisioterapisti di assegnare specifici esercizi ai propri pazienti e di monitorarne i risultati nel tempo.



Figura 2.7: Logo ReHand

Questa applicazione, però, è stata pensata e sviluppata per essere utilizzata su un tablet.

La scelta di sfruttare un tablet per lo svolgimento degli esercizi, fornendo una superficie di lavoro maggiore rispetto ad uno smartphone, permette di usufruire di una gamma di esercizi che prevedono l'uso delle cinque dita contemporaneamente o che prevedono la registrazione di determinati movimenti della mano impossibili da compiere sullo schermo di uno smartphone (figura 2.8).

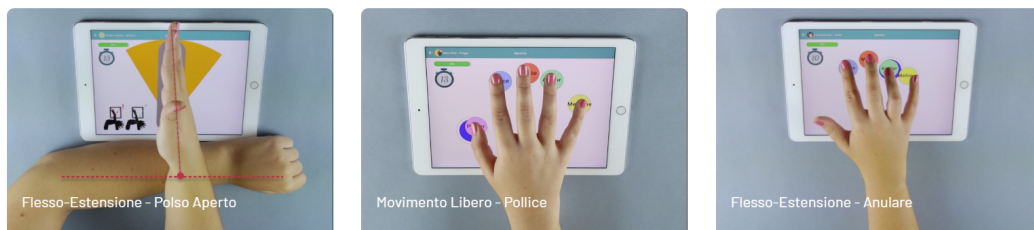


Figura 2.8: Esercizi ReHand

Questa applicazione è disponibile sugli store gratuitamente ed è stato possibile testarla accedendo ad una versione di prova: per ottenere l'applicazione completa è necessario rivolgersi al proprio fisioterapista che dovrà eseguire alcuni passaggi per rendere disponibile l'applicazione completa ai propri pazienti (figura 2.9).



Figura 2.9: ReHand: versione di prova

Nonostante fornisca una vasta gamma di esercizi e sia già utilizzata da diversi fisioterapisti anche in Italia, la traduzione dei testi non è sempre ottimale ed il suo uso su un dispositivo più piccolo di un tablet è impossibile

(figura 2.10).

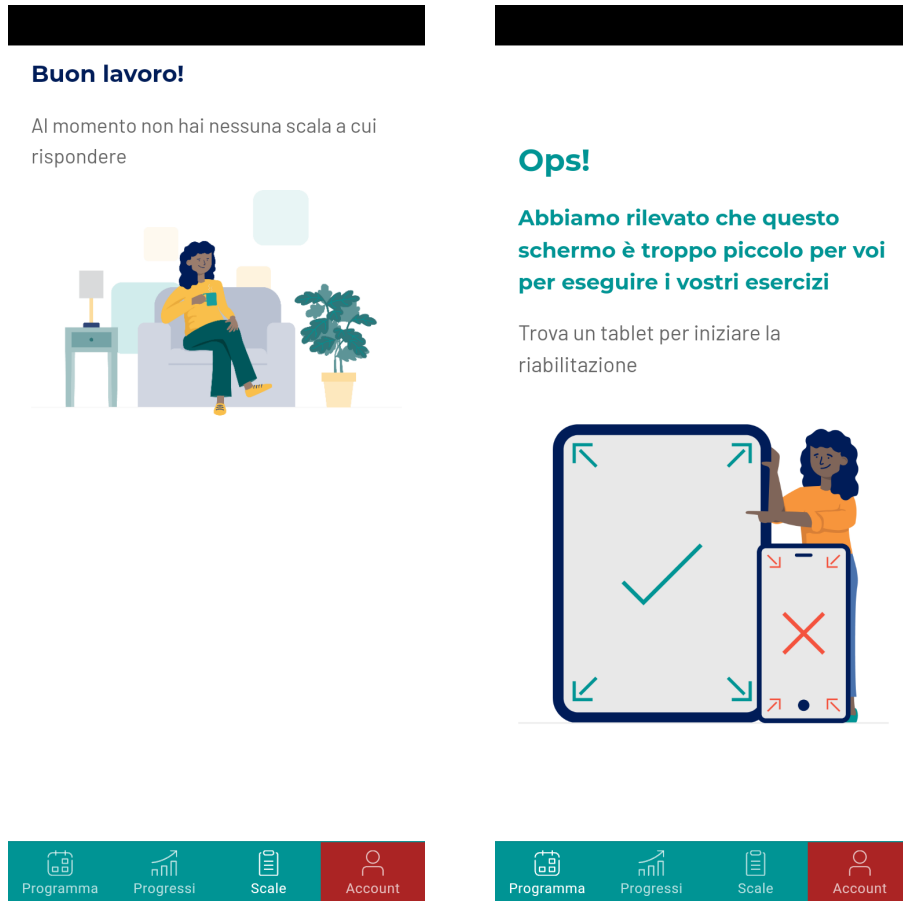


Figura 2.10: ReHand: traduzioni imprecise ed errore dimensioni dispositivo

## DroidGlove

Il progetto DroidGlove [12] [25] (figura 2.11) ha previsto lo sviluppo di un'applicazione per smartphone Android che potesse guidare negli esercizi di riabilitazione del polso.



Figura 2.11: Logo DroidGlove

Per il suo funzionamento, l'applicazione sfrutta i sensori degli smartphone per registrare i movimenti eseguiti durante lo svolgimento degli esercizi.

In una prima fase, invero, permette di registrare quello che è il movimento corretto da eseguire e poi, durante lo svolgimento effettivo dell'esercizio da parte del paziente, traccia il movimento eseguito. In questo modo il secondo movimento può essere confrontato con il primo, sulla base di una serie di "checkpoint" definiti sul movimento corretto pre-registrato.

Le informazioni riguardo il movimento eseguito dal paziente, vengono registrate e messe a disposizione dei terapeuti in modo che possano valutare l'attività svolta, sia in termini di frequenza che di accuratezza del movimento, e verificare i miglioramenti ottenuti.

Nello specifico, questa applicazione permette di compiere diverse azioni:

- per i pazienti è possibile:
  - eseguire gli esercizi assegnati dai terapeuti ricevendo dei feedback tattili (vibrazione) sull'esecuzione stessa;
  - visualizzare dei video esplicativi dell'esecuzione degli esercizi;
- per i terapeuti è possibile:



- assegnare un insieme di esercizi ai propri pazienti, caricandoli nella memoria del dispositivo che questi ultimi utilizzeranno per svolgerli;
- visualizzare i risultati ottenuti dai pazienti durante lo svolgimento degli esercizi;
- creare e mettere a disposizione dei video che mostrino la corretta esecuzione degli esercizi.

Seguono due figure rappresentanti il menu principale (2.12) e il menu riservato ai terapisti (2.13), tratte da [25].



Figura 2.12: DroidGlove: menu principale

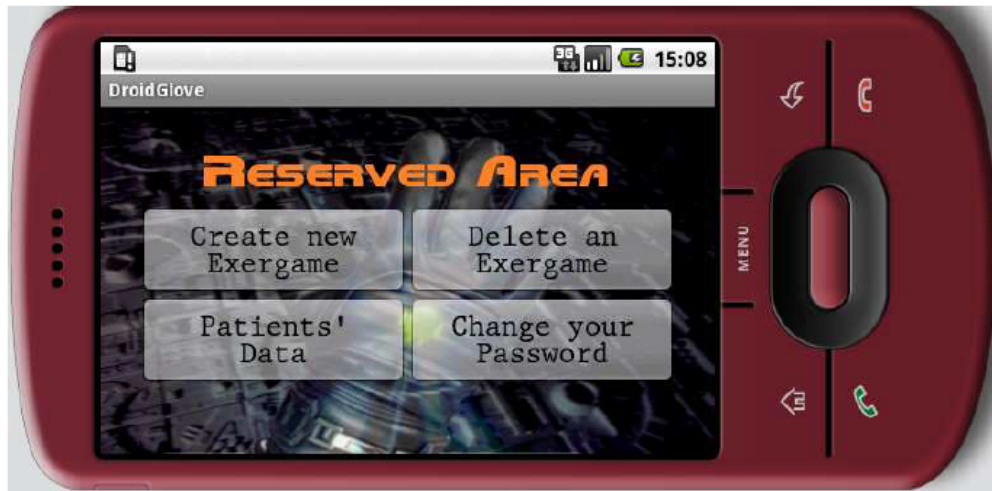


Figura 2.13: DroidGlove: menu area riservata

L'applicazione è disponibile sullo store Android e, al primo accesso, richiede la connessione ad un computer tramite indirizzo IP ed una calibrazione dei sensori.

# Capitolo 3

## Tecnologie utilizzate

Una delle prime decisioni da prendere all'inizio dello sviluppo di questo progetto, è stata quella che riguarda il framework da utilizzare per realizzarlo.

Visto lo scopo del progetto e l'esperienza maturata in ambito accademico e lavorativo, la scelta è ricaduta sul framework Flutter, un framework cross-platform sviluppato da Google.

### 3.1 Classificazione dei framework

I framework cross-platform nascono come soluzione per ovviare al problema del dover sviluppare un'applicazione ad hoc per ciascun supporto sul quale se ne vuole permettere l'utilizzo (tablet, smartphone, desktop, ...) tenendo conto delle loro varie dimensioni e possibili sistemi operativi (Android, iOS oppure Windows) rendendo possibile lo sviluppo di un'unica applicazione che potrà poi essere facilmente adattata a ciascun dispositivo. Anche la diversa capacità di calcolo, i sensori installati su un dispositivo, la loro sensibilità o scala di valori possono richiedere lo sviluppo di applicazioni diverse; o ancora le API e gli IDE a disposizione dello sviluppatore.

Dal punto di vista di un'azienda, l'utilizzo di un framework cross-platform permette di utilizzare un solo linguaggio di programmazione e quindi, idealmente, un solo programmatore, avendo così un risparmio di tempo ed economico elevato.

I framework cross-platform sembrano quindi essere una buona soluzione a tutte queste problematiche, dato che, seguendo il principio “write once, distribute everywhere”, riescono ad adattare i prodotti sviluppati grazie ad essi a molti dispositivi diversi. Questo, semplicemente implementando degli accorgimenti come l'utilizzo di particolari librerie native per ridurre un consumo o migliorare le performance su particolari dispositivi.

### 3.1.1 Classificazione Raj e Tolety

Esistono diverse classificazioni per i framework cross-platform. Una delle più utilizzate è quella di Raj e Tolety [14] che divide i framework in:

- Web Approach;
- Hybrid Approach;
- Interpreted Approach;
- Cross-compiled Approach.

**Web Approach** Seguendo questo approccio, viene sviluppata un'unica applicazione web che viene poi adattata alle dimensioni di un dispositivo mobile.

Essendo una vera e propria applicazione web:

- non segue un look and feel nativo, se non in maniera marginale a partire dall'introduzione di HTML 5;
- necessita di una connessione alla rete internet;
- non può utilizzare le componenti del dispositivo come GPS e fotocamera, oltre a non avere accesso ai dati del dispositivo;
- non può essere pubblicata sugli store (principalmente AppStore e PlayStore);
- è difficile da testare poiché non si possono usare emulatori come Android Studio o XCode;

- può essere "aggiornata automaticamente": non è necessario chiedere all'utente di scaricare un aggiornamento dell'applicazione poiché non si tratta di un'applicazione locale ma una sorta di sito web a cui l'utente accede di volta in volta.

Un esempio di framework di questo tipo è Ionic (figura 3.1).



Figura 3.1: Logo Ionic

**Hybrid Approach** Anche nell'approccio ibrido alla base dell'applicazione ce n'è una versione web la quale, però, viene incapsulata in modo che il risultato abbia l'aspetto di una normale app.

Nello specifico, le pagine web realizzate con HTML, CSS e JavaScript, vengono elaborate da un motore di rendering che le rielabora in un'app.

Un esempio di framework utilizzato per questo scopo è PhoneGap (figura 3.2).



Figura 3.2: Logo PhoneGap

Utilizzando questo approccio si possono avere una serie di vantaggi rispetto a quello precedente:

- permette di avere un'applicazione installata nel dispositivo;
- permette di pubblicare sugli store;
- permette di utilizzare i componenti del dispositivo come fotocamera, accelerometro e GPS, oltre a permettere l'accesso ai dati;

- permette un maggiore accesso alle API native, permettendo di creare una UI riutilizzabile.

Con questo metodo, però, si hanno anche degli svantaggi:

- la pubblicazione sugli store richiede agli utenti di scaricare gli eventuali aggiornamenti delle applicazioni e agli sviluppatori di gestire diverse versioni per un periodo di tempo che può anche essere lungo, non vi è infatti obbligo per gli utenti di aggiornare l'app;
- le performance possono essere peggiori poiché il dispositivo dovrà mantenere attivi contemporaneamente sia l'applicazione che la web-view;
- non supporta il look and feel nativo.

**Interpreted Approach** Con questo approccio, l'app viene sviluppata con il linguaggio previsto dal framework scelto, non per forza nativo, e viene poi installata insieme ad un interprete che, durante l'esecuzione dell'app, interpreta il codice non nativo in codice nativo (Java per applicazioni Android, Swift per applicazioni iOS).

Con questo approccio si può ottenere un'applicazione dal look and feel nativo (il codice che la genera è a tutti gli effetti codice nativo) con, inoltre, tutti i vantaggi dell'approccio precedente:

- facilmente testabile con degli emulatori;
- può essere installata sul dispositivo;
- può essere pubblicata negli store;
- può utilizzare le componenti del dispositivo;
- può accedere ai dati del dispositivo.

Un esempio di framework che si rifà a questo tipo di approccio è Titanium Appcelerator (figura 3.3).



Figura 3.3: Logo Titanium Appcelerator

**Cross-compiled Approach** L'ultimo approccio di questa classificazione prevede che il codice dell'applicazione da sviluppare, venga scritto nel linguaggio del framework e venga compilato in un secondo momento con codice nativo.

A differenza degli altri approcci, in questo caso la compilazione non avviene a runtime: una volta conclusa la scrittura del codice, questo viene compilato offline generando l'applicazione specifica per un determinato sistema operativo o supporto.

Un esempio di questo tipo di framework è Flutter (figura 3.4), di cui si parlerà più approfonditamente in seguito.



Figura 3.4: Logo Flutter

### 3.1.2 Classificazione El-Kassan et al

Un'altra classificazione è quella proposta da El-Kassan et al[15] che dividono i framework in tre approcci principali come descritto in figura 3.5:

- native, sviluppate fin dall'inizio con uno specifico linguaggio nativo;
- web, corrispondente all'omonimo approccio della classificazione precedente;

- hybrid, che comprende, nelle sue numerose sotto-classificazioni, i restanti approcci della classificazione Raj-Tolety.

Tra le sotto-classificazioni dell'ultimo approccio troviamo:

- applicazioni compilate, nelle quali vengono distinte le applicazioni:
  - cross-compiled, descritte come nella classificazione precedente;
  - trans-compiled, che necessitano di un compilatore specifico con cui compilare l'applicazione per il rilascio. In questa classificazione si possono ritrovare le applicazioni sviluppate con Flutter.
- applicazioni component based, sviluppate partendo da componenti che comunicano tra loro tramite interfacce; ogni componente ha la stessa interfaccia in ogni piattaforma, ma diverse implementazioni;
- applicazioni interpretate, nelle quali vengono distinte le applicazioni:
  - web based, che corrispondono all'approccio ibrido della classificazione di Raj e Tolety precedente;
  - virtual machine, che usano appunto una macchina virtuale al posto del motore di rendering del browser;
  - realtime, che corrispondono all'approccio interpretato della classificazione precedente.
- applicazioni con approccio "modeling" che utilizzano modelli astratti per descrivere le funzioni e l'interfaccia delle applicazioni, tradotti in codice nativo. Ognuno di questi framework, per loro natura, è limitato ad uno specifico tipo di applicazione e non sono generalizzati, portando allo sviluppo di applicazioni sempre simili tra loro
- applicazioni basate sul cloud, dove è previsto che i calcoli e l'elaborazione dei dati avvengano, appunto, nel cloud e che solo l'interfaccia dell'applicazione sia sul dispositivo



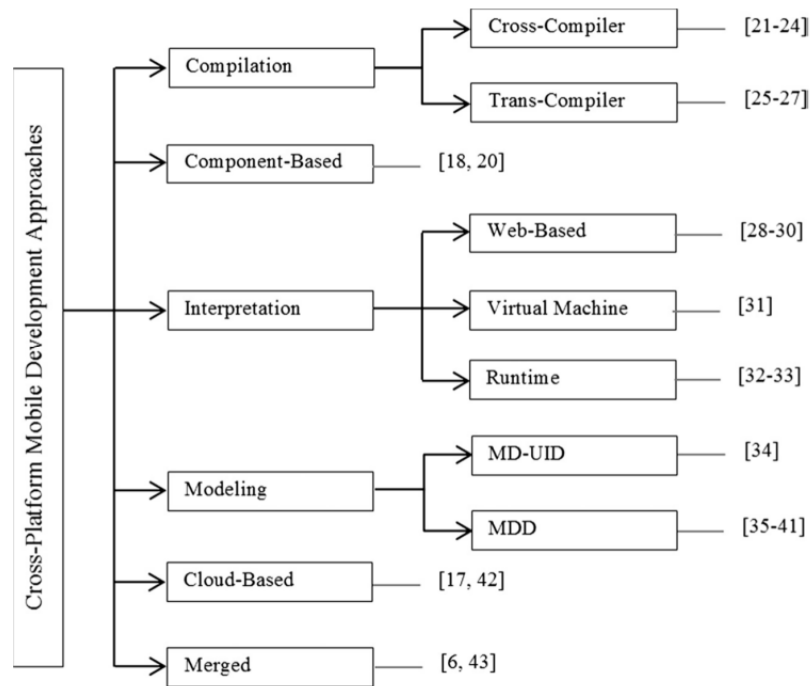


Figura 3.5: Classificazione definita da El-Kassan et al

## 3.2 Flutter

Flutter è un framework cross-platform, gratuito e open-source, nato a fine del 2018 che ha visto, però, la sua diffusione accrescersi solo negli ultimi anni [16].

Ad oggi è un valido strumento per lo sviluppo di applicazioni Android, iOS, per lo sviluppo web e di applicazioni Windows e Linux ed esiste un pacchetto, sviluppato da terzi e diffuso recentemente, che permette di adattare le applicazioni anche per Apple CarPlay [17].

Essendo di proprietà di Google, permette di avere molti vantaggi, tra i quali un facile accesso alle API (per Google Maps ad esempio) e agli elementi del Material Design (come icone, font, ecc).

Un'altra feature di questo framework che risulta essere molto utile in fase di sviluppo, è la possibilità di eseguire un hot-reload: è possibile, ovvero, fare una sorta di "build parziale" dell'applicazione, che interessa solo le parti di codice modificate o aggiunte ex-novo, velocizzando così il processo. Si tratta, nella pratica, di ricaricare l'applicazione mentre questa è

già in esecuzione su un emulatore o un dispositivo fisico utilizzato per il debug.

### 3.2.1 Il linguaggio

Flutter utilizza un linguaggio molto intuitivo e semplice da imparare, Dart, con il quale viene sviluppata l'applicazione qualsiasi sia il dispositivo o sistema operativo a cui è destinata.

L'utilizzo di questo framework permette di eseguire dei test su emulatori Android (principalmente grazie ad Android Studio) e iOS (tramite un computer Apple ed XCode) ma permette anche di eseguire il codice su browser Chrome utilizzandolo come strumento di debug. In fase di build dell'applicazione, il framework rileva il dispositivo ed il sistema operativo per cui è richiesta, traduce il codice in codice nativo e mostra un risultato finale indistinguibile da un'applicazione scritta sin dall'origine con un linguaggio nativo.

Il linguaggio Dart sfrutta una vasta gamma di "blocchi" detti Widget che rappresentano ciascuno un elemento fondamentale per lo sviluppo della UI dell'applicazione: dalla riga di testo, al pulsante, alla lista di oggetti, alla colonna che contiene il tutto, ciascuno di essi è un Widget parte della gerarchia, dell'albero dei Widget che viene formato per ogni pagina o elemento complesso dell'applicazione.

I Widget possono appartenere ai vari pacchetti utilizzati nel progetto (primo tra tutti il pacchetto "Material" che contiene tutti gli elementi fondamentali) o possono essere creati ad hoc in risposta ad ogni necessità dello sviluppatore; tutti risulteranno identici ad elementi nativi nel momento in cui l'applicazione verrà codificata per un particolare dispositivo.

Esistono però due Widget "fondamentali" che si posizionano sulla cima dell'albero dei Widget e che fungono da contenitore: lo `StatefulWidget` e lo `StatelessWidget`.

La principale differenza tra questi, come è facilmente intuibile dal nome, è la possibilità di avere e mantenere traccia di uno stato del Widget e delle sue variabili, o meno.

### 3.2.2 PubDev

La community di Flutter è molto attiva, sia sui canali più "classici" come Youtube e Stackoverflow, sia sul portale "PubDev" [20].

PubDev è la repository ufficiale dei pacchetti messi a disposizione per lo sviluppo di applicazioni con Dart e Flutter, uno strumento fondamentale per gli sviluppatori che ne fanno largo uso per lo sviluppo di ogni applicazione. All'interno di questo portale, si possono trovare e pubblicare pacchetti realizzati da privati per un particolare bisogno e poi messi a disposizione del pubblico. Ogni pacchetto viene controllato e certificato, monitorato così da tener traccia di tutti gli eventuali aggiornamenti; c'è anche la possibilità di valutare questi pacchetti in modo che la community possa avere un riferimento sulla validità di ognuno.

In uno degli ultimi aggiornamenti, Flutter ha inserito dei controlli automatici sui valori a "null" delle variabili del codice, una modifica importante che ha suscitato pareri discordanti negli sviluppatori: PubDev segnala il supporto (o meno) di questa modifica per ciascuno dei pacchetti messi a disposizione.

### 3.2.3 GetX

*GetX*[18] (figura 3.6) è uno dei pacchetti messi a disposizione dalla community di Flutter sul portale PubDev. È ampiamente utilizzato, anche nel progetto di cui tratta questa tesi, poiché semplifica alcune operazioni fondamentali, come la navigazione tra le pagine di un'applicazione o il mantenimento dello stato delle stesse.



Figura 3.6: Logo GetX

Questo pacchetto ha diverse feature di cui tre principali: *state management*, *route management* e *dependency management*.

### State Management

Per *state management* si intende la gestione di uno o più controlli dell'interfaccia utente, come campi di testo, pulsanti di opzione, etc.

Solitamente questo aspetto è gestito da alcune variabili i cui valori vengono costantemente monitorati da dei listener, ovvero delle funzioni o delle procedure che restano in attesa di un evento. In Flutter questi sono generalmente rappresentati da uno `StreamBuilder`, un particolare widget che racchiude gli elementi di una pagina di una applicazione, e che resta in attesa di una modifica per ricostruire la pagina aggiornata.

Questo tipo di widget, se utilizzato in una applicazione di grandi dimensioni ad esempio, può influire sulle sue performance, in particolar modo in termini di fluidità, facendo scendere il livello di gradimento degli utenti rispetto l'applicazione.

GetX fornisce una strategia diversa: nel momento in cui si vuole modificare un widget sulla base dei valori di una variabile, basta dichiarare questa variabile "osservabile", semplicemente aggiungendo il suffisso `.obs` (figura 3.7).

```
var name = "Mario Rossi";  
var name = "Mario Rossi".obs;
```

Figura 3.7: GetX: variabile osservabile

Ciò che realmente accade facendo questa semplice operazione è questo: viene creato uno stream di una variabile chiamata "name", alla quale viene inizialmente assegnato il valore "Mario Rossi". Il tipo di questa variabile viene modificato da stringa semplice (String) a `RxString`. "Rx" sta per *reactiveX*, un'API utilizzata per la programmazione asincrona in flutter e che viene implementata dal pacchetto `RxDart`, utilizzato a sua volta da GetX. Si potrà estrarre il valore della variabile semplicemente con il suffisso `.value` che, in questo caso, restituirà una variabile di tipo String.

In Flutter, però, un widget può essere modificato dinamicamente solo se si trova all'interno di una funzione. Per questo, il passaggio successivo richiede di inglobare il widget che si vuole modificare sulla base del valore della variabile, in un widget *Obx* tramite una arrow function (figura 3.8).

```
Text("Ciao " + name.value)

Obx(() => Text("Ciao " + name.value))
```

Figura 3.8: GetX: widget Obx

Nel primo caso, il widget *Text* porterà alla stampa della frase "Ciao Mario Rossi" e nel momento in cui la variabile *name* verrà modificata, non subirà alcuna variazione.

Nel secondo caso, invece, il widget *Text* è stato inglobato nel widget *Obx*. Essendo quest'ultimo un listener per le variabili al suo interno, nel momento in cui avverrà la modifica del valore della variabile *name*, *Obx* lo intercetterà e andrà a riportare immediatamente e senza che sia necessaria nessuna altra operazione, questa modifica sul widget *Text*. Se il valore della variabile *name*, ora "Mario Rossi", viene modificato in "Laura Verdi", il widget *Text* cambierà immediatamente la sua stampa in "Ciao Laura Verdi".

Il listener *Obx()* è però indicato per singole variabili da osservare e singoli widget da modificare di conseguenza.

Nel caso in cui si vogliono applicare modifiche, ad esempio, ad un'intera pagina di una applicazione, *GetX* mette a disposizione *GetBuilder* (figura 3.9). Il widget *GetBuilder* viene solitamente associato ad un *controller*. Un controller è una classe che solitamente contiene tutte le variabili di cui restare in ascolto e tutte le funzioni che le utilizzano e gestiscono. Può essere definita nello stesso file dove viene utilizzato il *GetBuilder* o in uno separato se, ad esempio, si vuole utilizzare lo stesso controller in più pagine della stessa applicazione.

```
GetBuilder<MyController>(
  builder: (ctrl) {
    return Column(
      children: [
        Text("Ciao " + ctrl.name.value),
        Text("Ciao " + ctrl.name1.value),
      ],
    ); // Column
  } // GetBuilder
)

...
class MyController extends GetxController{
  RxString name = "Mario Rossi".obs;
  RxString name1 = "Laura Verdi".obs;
}
```

Figura 3.9: GetX: widget GetBuilder e controller

In questo caso, il programma mostrerà due righe di testo, una con scritto "Ciao Mario Rossi" e la seconda "Ciao Laura Verdi".

Non appena una delle due variabili *name* o *name1* verrà modificata, il GetBuilder lo rileverà ed andrà a modificare di conseguenza quanto mostrato dall'applicazione ricostruendo la pagina.

### Route Management

In Flutter per *route management* si intende la gestione dei collegamenti tra le varie pagine o screen delle applicazioni. Una *route* non è altro che una pagina ed il *routing* è il sistema di navigazione che porta a ciascuna di esse. Questo permette di gestire i percorsi che gli utenti andranno a seguire, indirizzandoli alla pagina corretta nel momento in cui selezioneranno una voce di menu, toccheranno il tasto "back", etc.

Solitamente, questo viene fatto tramite il widget Navigator il quale, però, richiede diverse righe di codice per eseguire la sua funzione.

GetX mette, invece, mette a disposizione dei comandi più semplici, intuitivi e contenuti.

Nella figura 3.10 viene mostrata di differenza tra i due metodi, entrambi utilizzati per spostarsi da una pagina di partenza alla *HomePage*.

```
// Default Flutter navigator
Navigator.of(context).push(
  context,
  MaterialPageRoute(
    builder: (BuildContext context) {
      return HomePage();
    },
  ),
);
```

(a)

```
Get.to(HomePage());
```

(b)

Figura 3.10: Navigazione Flutter standard (a) e con GetX (b)

In entrambi i casi, la navigazione va a costruire un albero di navigazione che rappresenta i percorsi effettuati per raggiungere le varie pagine. Prendendo ad esempio un semplice sito di e-commerce, dalla pagina principale *Home Page* si può proseguire verso una pagina *Catalogo*, che mette in mostra tutti i prodotti disponibili, e da questa sarà possibile accedere alla pagina *Carrello* dove completare l'acquisto. In questo caso, l'albero di cui sopra sarà formato come in figura 3.11 e potrebbe essere percorso all'indietro tramite il tasto "back" di un browser o di un dispositivo mobile.

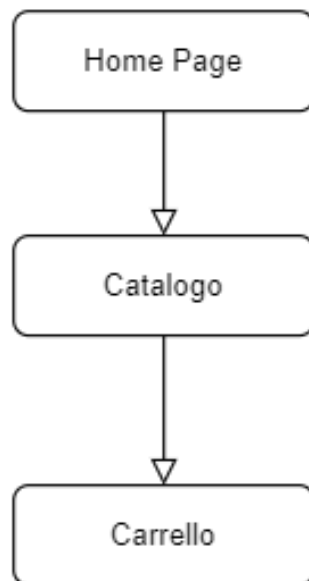


Figura 3.11: Esempio albero di navigazione

Oltre al comando *Get.to(NewPage())*, che verrebbe utilizzato per la navigazione da *Home Page*, a *Catalogo*, a *Carrello*, GetX offre altri comandi altrettanto semplici, che permettono di personalizzare la navigazione. Tramite il comando *Get.back()*, permette di tornare, se esiste, alla pagina precedente nell'albero. Nell'esempio del sito di e-commerce, può essere utilizzato per tornare dalla pagina *Catalogo* alla pagina *Home Page*. Tramite il comando *Get.off(NewPage())*, permette di muoversi verso una nuova pagina, togliendo la possibilità di tornare a quella precedente. Se venisse usato per muoversi dalla pagina *Home Page* alla pagina *Catalogo*, da quest'ultima non sarebbe più possibile tornare indietro, ad esempio tramite il tasto "back" del browser (figura 3.12a). Se venisse usato per il passaggio successivo, ovvero dalla pagina *Catalogo* alla pagina *Carrello*, partendo da quest'ultima e cliccando sul tasto "back", si farebbe ritorno alla pagina iniziale *Home Page*, saltando la pagina *Catalogo* (figura 3.12b).

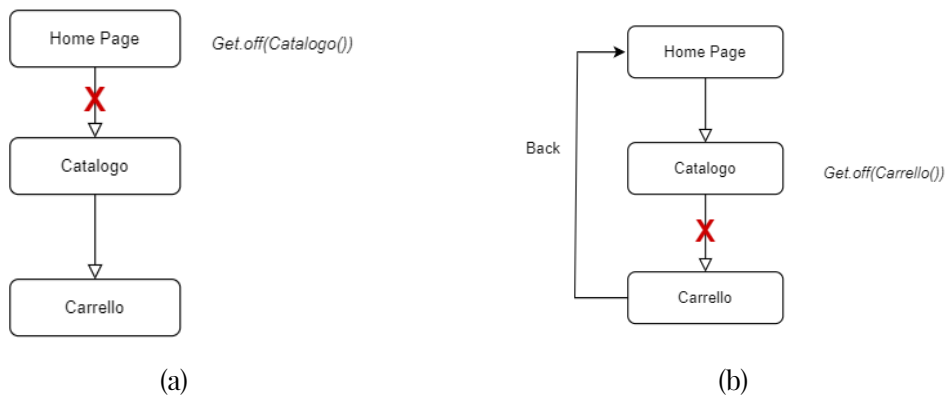


Figura 3.12: Esempio di uso del comando *Get.off()*

Infine, tramite il comando *Get.offAll(NewPage())*, permette un'esecuzione simile al comando precedente con la differenza che tutto il percorso fatto per raggiungere la pagina verrebbe cancellato e non solo l'ultimo passaggio. Nell'esempio, se venisse usato nella pagina *Catalogo* per passare alla pagina *Carrello*, da quest'ultima non sarebbe più possibile tornare indietro.



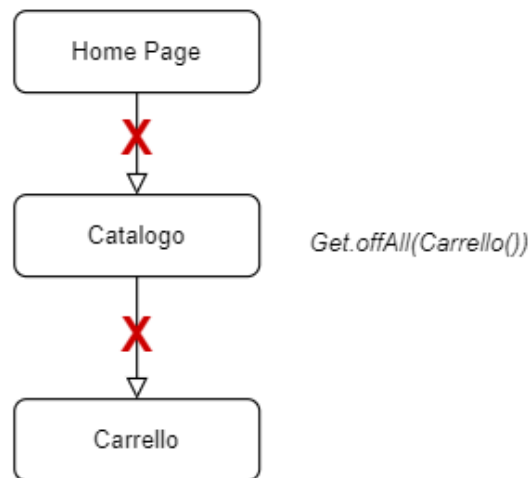


Figura 3.13: Esempio di uso del comando `Get.offAll()`

Prima dell'introduzione di `GetX`, una soluzione fornita per contrastare la ripetizione delle diverse righe di codice necessarie per la navigazione (vedi figura 3.10a), era l'utilizzo di *named route*. Questo metodo permette di associare un nome ad ogni route e di ridurre notevolmente l'ammontare di righe di codice necessarie alla navigazione.

```
Navigator.pushNamed(context, '/home');
```

Figura 3.14: Navigazione con *named route*

Anche con `GetX` è possibile utilizzare le *named route*: una volta dichiarata la stringa che corrisponde al nome della route, i comandi visti sopra diventano:

- `Get.to('/myPage')` diventa `Get.toNamed('/myPage')`;
- `Get.off('/myPage')` diventa `Get.offNamed('/myPage')`;
- `Get.offAllNamed('/myPage')` diventa `Get.offAllNamedNamed('/myPage')`.

Questo tipo di navigazione permette di associare a ciascuno dei comandi elencati, degli argomenti o parametri, dei dati di qualunque tipo che si vogliono passare da una pagina ad un'altra per essere utilizzati anche all'interno della seconda.

Nel caso di un e-commerce, questo si potrebbe voler fare nel momento in

si seleziona un oggetto dal catalogo dei prodotti disponibili, così da poter visualizzare una pagina con i dettagli relativi ad esso, nome e prezzo ad esempio.

Al momento del click sull'oggetto del catalogo, il comando da eseguire sarebbe quindi (figura 3.15):

```
Get.toNamed('/paginaDiDettaglio', parameters: {"nome" : "Oggetto 1", "prezzo" : "25€"});
```

Figura 3.15: Esempio di navigazione con parametri

### Dependency Management

GetX permette anche un'efficace gestione della *dependency management*, ovvero un'efficace gestione della dipendenza che può essere richiesta o creata tra i vari oggetti.

Uno stesso controller, ad esempio, potrebbe contenere variabili che vengono utilizzate in pagine diverse. GetX permette di richiamare e utilizzare questo controller con il comando *Get.put()* (figura 3.16). In questo modo tutte le funzioni, le variabili, etc che si trovano all'interno del controller, possono essere liberamente utilizzati all'interno della classe che lo richiama.

```
Controller controller = Get.put(Controller());
```

Figura 3.16: Esempio di utilizzo del comando *Get.put()*

Con questo primo comando, il controller viene richiamato immediatamente appena si esegue l'accesso alla pagina. GetX, però, mette a disposizione un sistema per far sì che il controller venga richiamato solo nel momento in cui viene effettivamente utilizzato: *Get.lazyPut()*, da utilizzare esattamente come il comando precedente, con la stessa semplicità.

Questo può essere utile nel contesto di un'applicazione di grandi dimensioni nella quale si vogliono istanziare le classi ed i controller solo nel momento in cui vengono effettivamente utilizzati, così da mantenere in memoria solo ciò che è necessario. In questo modo l'applicazione utilizzerà il minor numero di risorse possibile, risultando più fluida e veloce agli occhi dell'u-

tente.

Se si ha la necessità di registrare un'istanza del controller in maniera asincrona, GetX mette a disposizione il comando *Get.putAsync()*. Anche questo presenta la stessa semplicità di utilizzo dei precedenti ma permette di gestire l'istanziamento di un controller anche se necessita di restare in attesa della risposta di una chiamata, fatta ad esempio per recuperare dei dati da un database e quindi non immediatamente disponibile.

Una volta che un controller è stato istanziato la prima volta in uno dei modi descritti, resta a disposizione di tutta l'applicazione e può essere richiamato in qualsiasi punto dell'applicazione (ovvero in qualsiasi pagina) con un altro semplice comando: *Get.find()* (figura 3.17). In alternativa, il controller può essere richiamato tramite l'inserimento di un *GetBuilder* (citato nella sezione riguardo lo State Management) che ne fa uso.

```
Controller controller = Get.find<Controller>();
```

Figura 3.17: Esempio di utilizzo del comando *Get.find()*

Il mantenimento del controller nella memoria, però, avviene solo nell'applicazione esiste una pagina che ne fa uso. In pratica, il controller viene mantenuto solo se è presente una classe che ne fa o ne farà uso (ovvero, in cui è presente il comando *Get.find()* o un *GetBuilder*) che non contenga, però, il comando visto in precedenza per istanziare il controller (*Get.put()*). In quel caso, appena effettuato l'accesso alla pagina il controller verrebbe ricreato da zero e non sarebbe stato necessario mantenerlo. In alternativa, è possibile impostare un parametro booleano proprio di tutti i controller a "true": si tratta del parametro *permanent*, impostato a "false" di default che, quando assume valore positivo, impedisce la cancellazione automatica del controller che lo porta.

Questo viene specificato poiché, normalmente, il controller viene rimosso automaticamente all'uscita dalla pagina che lo istanzia e che ne fa

uso.

Nel caso si voglia invece forzare la rimozione di un controller,GetX mette a disposizione il comando `Get.delete()`, da inserire manualmente all'interno del codice dell'applicazione nel punto in cui si desidera che avvenga la rimozione del controller.

La dicitura precisa è riportata in figura 3.18.

```
Get.delete<Controller>();
```

Figura 3.18: Esempio di utilizzo del comando `Get.delete()`

### 3.3 Firebase

La parte di back-end di questa applicazione, è stata implementata grazie alla piattaforma Firebase [19] messa a disposizione da Google (figura 3.19).



Figura 3.19: Logo Firebase

Questa piattaforma, con cui Flutter è perfettamente compatibile, mette a disposizione degli sviluppatori un sistema che si occupa di gestire il back-end di un'applicazione Android, iOS o web.

Per iniziare ad utilizzare questa piattaforma è necessario accedere alla console di Firebase, una sorta di pagina iniziale da cui è possibile visionare i propri progetti o crearne di nuovi.

Ogni progetto deve essere registrato a Firebase tramite un piccolo form che richiede di inserire i dati della propria applicazione. Nello specifico caso di una applicazione Android come quella di cui tratta questa tesi, viene richiesto il nome del progetto, a cui verrà associato automaticamente un id

univoco, e il nome del pacchetto Android contenuto nel file "build.gradle" generato al momento della creazione di un nuovo progetto Flutter. È possibile inserire anche un nickname per la propria applicazione e un certificato SHA-1, ovvero un certificato digitale che garantisce l'identità sicura di un sito o di un'applicazione. In questo contesto, questo certificato permette la creazione di un client OAuth2 e la generazione di una API key legata alla propria applicazione.

Il passaggio successivo della registrazione, richiede di aggiungere il file di configurazione "google-service.json": questo contiene le credenziali sviluppatore e le impostazioni di configurazione necessarie per la connessione con il GoogleApiClient. Un GoogleApiClient fornisce un entry point ai servizi di Google Play e gestisce la connessione tra i dispositivi degli utenti ed i servizi di Google.

Infine, è necessario apportare una piccola modifica ai file "build.gradle" generati a livello di progetto e a livello di applicazione alla creazione del progetto stesso. Questo permetterà all'applicazione di utilizzare il plugin "google services" appena scaricato.

A questo punto la registrazione è conclusa ed è possibile accedere a tutti i servizi di Firebase.

La piattaforma, infatti, fornisce un gran numero di strumenti e alcuni sono stati descritti nei paragrafi successivi.

### **Firebase Authentication**

La piattaforma Firebase mette a disposizione un sistema di autenticazione per gli utenti.

Poter conoscere l'identità di qualsiasi utente acceda ad una applicazione, permette di salvare i dati in sicurezza e di fornire un'esperienza personalizzata sulla base, ad esempio, di alcuni parametri impostati dagli utenti stessi.

Firebase Authentication (o Firebase Auth) supporta l'accesso tramite diversi sistemi: email e password, numero di telefono, provider di identità come Google, Facebook e Twitter e altro ancora.

L'accesso degli utenti alle applicazioni può essere realizzato con due sistemi differenti: FirebaseUI o Firebase Authentication SDK.

Il primo sistema prevede l'utilizzo di una libreria JavaScript open-source che fornisce una semplice interfaccia personalizzabile per l'accesso tramite i sistemi previsti da Firebase Auth: tramite email e password, tramite Google, GitHub, Facebook o altri. Questa soluzione può essere utile per evitare la ripetizione di parti di codice con pochissime o nessuna differenza, il cosiddetto codice *boilerplate*.

Il secondo sistema, Firebase Authentication SDK, prevede, invece, l'integrazione manuale di uno o più metodi di accesso nelle proprie applicazioni. In questo caso, Firebase fornisce i metodi di autenticazione senza interfaccia, la quale deve essere creata da zero dallo sviluppatore.

In entrambi i casi viene messo a disposizione un sistema per la gestione del recupero delle credenziali o della conferma della registrazione: per ciascuno è previsto un template predefinito che può però essere liberamente modificato per incontrare le esigenze di ognuno.

Quando un utente cerca di autenticarsi nell'applicazione, il sistema verifica le credenziali inserite e ritorna una risposta al client. Se l'autenticazione avviene con successo, è ora possibile accedere a tutti i dati collegati all'utente, dai dati personali di registrazione, ad eventuali status (amministratore, utente semplice, etc) sulla base dei quali si possono modificare i permessi dei singoli utenti.

Nel contesto del progetto RocketHand, è stato utilizzato il sistema Firebase Authentication SDK per implementare una registrazione ed autenticazione tramite email e password.

Al momento dell'accesso, il sistema verifica lo status di admin o user dell'utente che sta eseguendo l'accesso, mostrandogli così, nel primo caso, l'interfaccia dedicata ai fisioterapisti e, nel secondo, quella dedicata ai pazienti. Firebase Auth è stato utilizzato anche per l'implementazione del sistema di recupero password in caso di smarrimento.

### **Firestore Realtime Database**

La piattaforma Firestore mette a disposizione un database NoSQL (non relazionale) cloud-based.

Si tratta di un database installato ed in esecuzione su una macchina virtuale su Google Cloud che permette l'aggiornamento dei dati in tempo reale su tutti i dispositivi connessi. Nel caso un dispositivo client risulti offline, questo riceverà gli aggiornamenti entro pochi millisecondi dalla riconnessione. Avrà comunque a disposizione tutti i dati ricevuti fino a quel momento in quanto saranno stati salvati nella memoria del dispositivo.

In pratica, ogni volta che vengono salvati dei dati, il database li salva sul cloud che li mette immediatamente a disposizione di tutti i dispositivi connessi e, appena possibile, per quelli momentaneamente offline.

È possibile impostare una serie di regole di sicurezza del database, realizzate come una serie di espressioni logiche, che determinano chi e quando può leggere e scrivere i dati presenti nel database, oltre a determinare la struttura stessa del database.

Essendo un database NoSQL, infatti, permette il salvataggio dei dati su schemi flessibili e facilmente scalabili, senza essere legato al modello relazionale dei database relazionali.

Anche la lunghezza massima prevista per un messaggio, ad esempio, può essere specificata con poche linee di codice tramite queste regole.

### **Firestore CloudFirestore**

Firestore mette a disposizione una seconda tipologia di database: CloudFirestore.

Si tratta anche in questo caso di un database NoSQL basato su Google Cloud ma che prevede un modello specifico per il salvataggio dei dati. Questi vengono infatti salvati in documenti, che contengono coppie chiave-valore, a loro volta raggruppati in collezioni. Queste collezioni vengono utilizzate per raccogliere i dati e sono alla base della costruzione delle query, le richieste di lettura e scrittura che vengono fatte al database.

La struttura delle collezioni può essere gerarchica, ovvero una collezione ne può contenere una seconda, che ne contiene una terza e così via. I dati salvati all'interno di queste raccolte di dati possono essere di vari tipi: pos-

sono essere valori booleani, stringhe di testo, numeri o oggetti più complessi creati ad hoc.

Nel momento in cui si vogliono recuperare i dati tramite query, Firebase Firestore permette di recuperare dati specifici a livello di documento senza dover recuperare l'intera raccolta, rendendo l'operazione efficiente: il peso dell'operazione sarà minore e quindi l'operazione stessa potrà essere più veloce. All'interno di una query ed in concomitanza con le operazioni di lettura, è possibile anche eseguire operazioni di *filtering*, ovvero di filtraggio dei dati secondo alcuni parametri, e di *sorting*, ovvero di riorganizzazione della disposizione, dell'ordine dei dati secondo i parametri desiderati.

Con questo tipo di database l'aggiornamento dei dati può avvenire automaticamente o, in alternativa, è possibile inserire un listener che ascolti lo stream di dati e che li aggiorni nel momento in cui avviene una modifica. Il secondo metodo permette di recuperare solo i dati modificati, senza recuperare l'intera collezione e, ancora una volta, questo permette di alleggerire e velocizzare le operazioni.

Questa seconda tipologia di database è quella che è stata utilizzata per il progetto RocketHand e, nello specifico, sono state create tre collezioni. Una prima collezione denominata "exercices" (figura 3.20), contiene i dati relativi agli esercizi: per ciascuno, è presente un documento identificato da un codice univoco (id). All'interno del documento è riportato lo stesso codice, il nome dell'esercizio a cui corrisponde e un numero di ordine. Quest'ultimo è stato utilizzato per mantenere una continuità nella visualizzazione degli esercizi all'interno dell'applicazione, ad esempio, nell'interfaccia dedicata ai fisioterapisti, per la visualizzazione dei pulsanti che permettono di selezionare l'esercizio per cui si desidera visualizzare i risultati ottenuti dai pazienti.



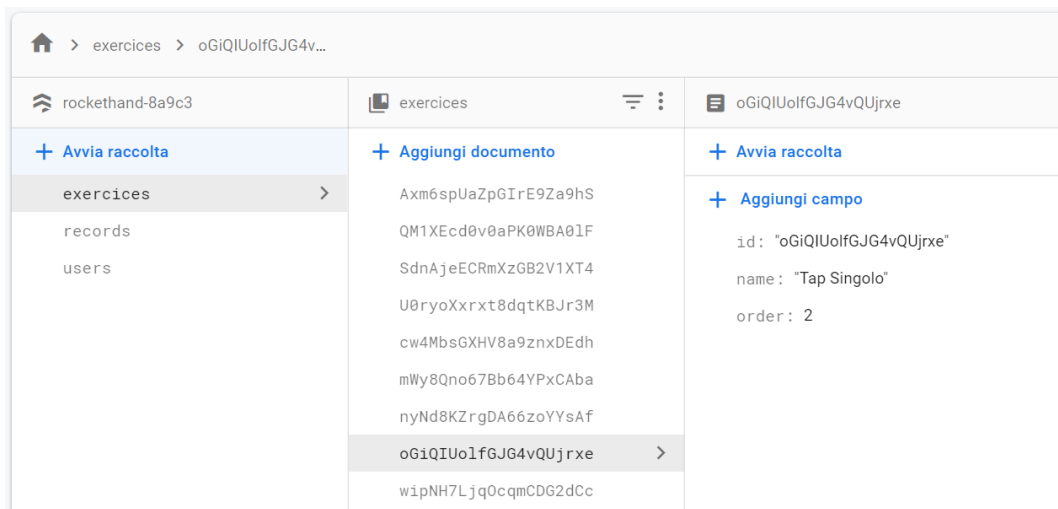


Figura 3.20: Collezione "exercices"

La collezione "users" (figura 3.21) contiene invece dati degli utenti. Per ciascuno è presente un documento identificato da un codice univoco (id). All'interno del documento sono riportati nome e cognome dell'utente, il suo indirizzo email, un codice identificativo corrispondente all'id di cui sopra, una variabile booleana che lo identifica come fisioterapista (se impostata a "true") o paziente (se impostata a "false") e, nel secondo caso, una variabile "code" che viene utilizzata all'interno dell'applicazione per associare un paziente al proprio fisioterapista.

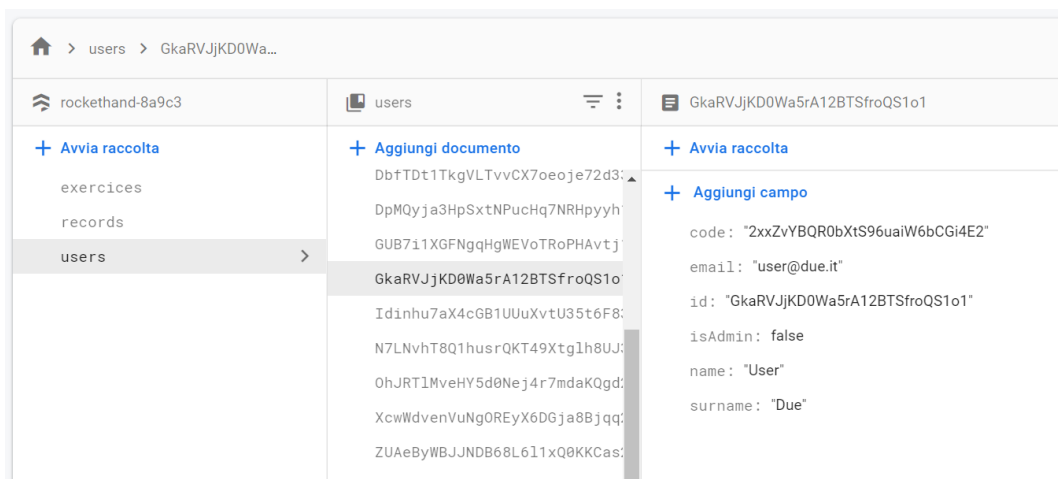


Figura 3.21: Collezione "users"

La collezione "records" (figura 3.22), infine, contiene tutti i risultati ot-

tenuti dai pazienti per ciascun esercizio. Ogni documento della collezione, anche in questo caso identificato univocamente da un codice (id), contiene l'id dell'esercizio svolto, l'id del paziente, il risultato ottenuto, la data di esecuzione dell'esercizio ed una variabile booleana che registra la mano con cui l'esercizio è stato svolto (destra se impostata a "true", sinistra viceversa).

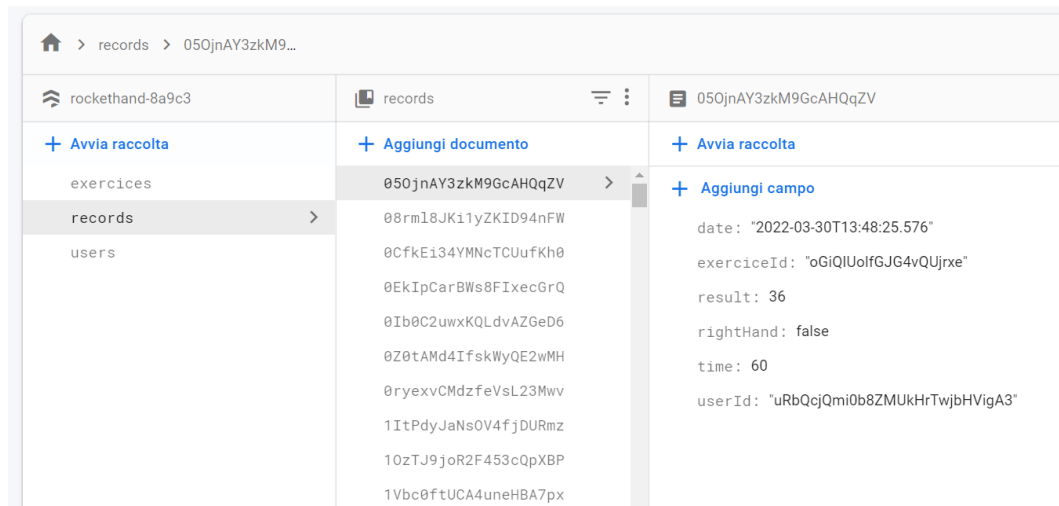


Figura 3.22: Collezione "records"

La scelta di mantenere questa divisione è stata fatta per due motivi. In primo luogo, questa suddivisione permette di mantenere ordinati i dati e di recuperarli con delle query molto semplici come quella mostrata in figura 3.23, che permette di recuperare tutti i documenti contenuti nella collezione "users".

```
Firestore.instance.collection("users").get();
```

Figura 3.23: Esempio query

In secondo luogo, questa suddivisione permette di mantenere separati i dati privati degli utenti dai loro risultati. In questo modo, se un utente dovesse richiedere la cancellazione dei propri dati, quelli personali come nome, cognome ed email, contenuti nei documenti della collezione "users", potrebbero essere eliminati senza andare ad intaccare la raccolta dei risultati, ovvero i documenti della collezione "records".

Resterebbero quindi dei risultati slegati da uno specifico paziente ma ancora disponibili per l'analisi delle funzionalità e della validità dell'applicazione. In altre parole, i risultati non potrebbero più essere associati ad un nome poiché resterebbero associati solamente ad un codice, il quale non avrebbe più alcun riferimento ad una persona reale.

### **Firestore Remote Config**

Con il servizio Remote Config, Firestore fornisce la possibilità di modificare il comportamento e l'aspetto delle applicazioni senza pubblicarne un aggiornamento, così che gli utenti non debbano scaricarlo.

Questo è reso possibile dall'inserimento di alcune variabili all'interno delle applicazioni, che corrisponderanno a delle coppie chiave-valore salvate nel cloud. Queste variabili andranno a gestire le funzionalità ed alcuni elementi grafici dell'applicazione stessa.

Tramite la console di Firestore, sarà poi possibile sovrascrivere i valori dati a queste variabili che verranno automaticamente modificate su tutti i dispositivi. La modifica avverrà entro qualche minuto sui dispositivi collegati o alla prima connessione per i dispositivi offline al momento del rilascio delle modifiche.

Le applicazioni che utilizzano questo servizio, dovranno includere una libreria che permette di monitorare le variabili legate alle funzionalità e all'aspetto dell'applicazione in modo da applicare le modifiche non appena ne verranno rilevate.

Questo servizio può essere utilizzato per impostare diverse lingue sulla base della localizzazione del dispositivo in uso, o per associare una particolare interfaccia ad una tipologia di utenti piuttosto che un'altra, differenziando, ad esempio, l'interfaccia di un utente che utilizza la versione gratuita dell'applicazione da quella di un utente pagante.

Un altro scopo per cui questo servizio può essere utilizzato è quello di testare una modifica: tramite una serie di filtri impostabili dalla console, l'audience può essere suddivisa sulla base della tipologia di dispositivo utilizzato, della localizzazione o in gruppi casuali. A ciascun gruppo può essere assegnato un valore diverso delle variabili di controllo portando così solo

alcuni a visualizzare una determinata modifica.

Questo può essere utilizzato per testare le modifiche dal punto di vista delle risorse necessarie a supportarle o per verificarne il livello di gradimento.

### **3.4 Note sullo sviluppo**

Fin dall'inizio della progettazione, è stata chiara la volontà di voler sviluppare l'applicazione RocketHand per smartphone.

Questo perché è uno tra i dispositivi più diffusi e che con più probabilità è in possesso di chi potrebbe avere bisogno di riabilitazione. Di conseguenza, è sembrato fin da subito il modo migliore per far sì che l'applicazione potesse avere una facile diffusione.

Questa scelta, ha portato a dover affrontare il problema della pubblicazione sugli store ma, portando avanti l'idea di una possibile futura vendita e puntando a realizzare solo una prima versione incompleta e da testare dell'applicazione, si è deciso di non pubblicare il progetto sugli store. Si è optato quindi per uno sviluppo indirizzato ai soli dispositivi Android per i quali è stato poi condiviso il file apk per l'installazione.

# Capitolo 4

## Il progetto

### 4.1 Definizione dell'idea e primo contatto con i fisioterapisti

Il progetto RocketHand è partito con l'idea di sviluppare un gioco che prevedesse di toccare, con il dito corrispondente, una di quattro colonne rappresentate su uno smartphone, quella che, di volta in volta, si sarebbe colorata. Qualcosa di simile al famoso gioco per smartphone "Piano Tiles", in parte rielaborato (figura 4.1).

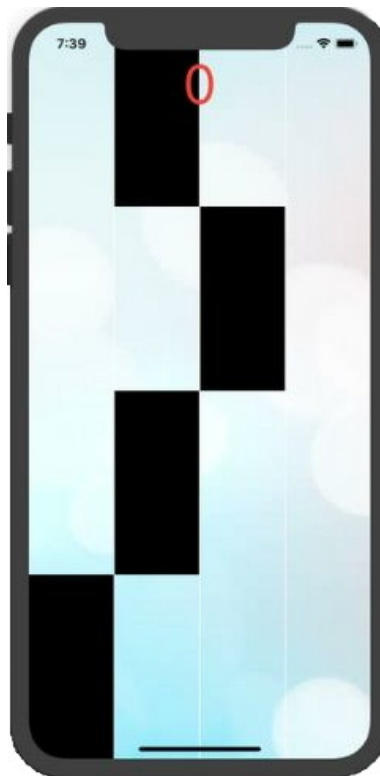


Figura 4.1: Piano Tiles: immagine di gioco

Si trattava inizialmente di una sfida personale a livello di sviluppo, poi collegata all'idea che potesse diventare qualcosa di più di un semplice gioco, qualcosa di utile per chi ha difficoltà nel movimento delle dita magari, sia perché anziano, sia perché malato o perché reduce da un infortunio.

L'idea prendeva forma velocemente ma non sarebbe servita a nulla se non fosse stata ritenuta valida da chi di competenza.

Per trovare qualcuno con le conoscenze giuste, è stato necessario ricercare i centri di fisioterapia sparsi per lo stato, in particolar modo quelli specializzati nella riabilitazione della mano e del polso. In un paio di giorni sono state inviate oltre trenta email di presentazione dell'idea, sperando nell'interesse di almeno una persona.

Le risposte, sorprendentemente, non hanno tardato ad arrivare e sono arrivate in numero superiore alle aspettative: sono arrivate non solo da chi era stato contattato direttamente ma anche da chi, grazie alla pubblicazione della richiesta nella newsletter dell'Associazione Italiana Riabilitazione Mano (A.I.R.M.), l'aveva letta e si voleva proporre per partecipare al progetto.

Uno dopo l'altro, sono stati consultati sette diversi fisioterapisti che, con più o meno entusiasmo, più o meno scetticismo, hanno accettato di collaborare nello sviluppo dell'applicazione.

Con ciascuno dei fisioterapisti contattati, è stato fatto un primo incontro conoscitivo online, nel quale è stata definita meglio l'idea e dove i dubbi rimasti hanno potuto essere sciolti.

Durante questi incontri si è appunto discussa l'idea, mettendola a confronto con gli strumenti già disponibili, in particolar modo con l'app ReHand. Come riportato nel capitolo 2, la principale differenza sottolineata tra ReHand e RocketHand è che la prima è pensata per un utilizzo su tablet e diventa inutilizzabile su uno smartphone. RocketHand, invece, è stata pensata appositamente per l'utilizzo su smartphone, in quanto ritenuto uno strumento più diffuso e di comune utilizzo rispetto al tablet.

Sempre durante questi primi incontri, sono state chieste a ciascun fisioterapista delle idee per gli esercizi da sviluppare. La richiesta, più precisamente, era quella di condividere, tramite un video, quelli che sono gli esercizi più utilizzati nelle sessioni di fisioterapia dedicate alla riabilitazione della mano e del polso e quali, tra questi, avrebbero potuto, secondo loro, avere una "trasposizione digitale" o avrebbero potuto prevedere l'inserimento di uno smartphone come supporto e guida all'esercizio stesso.

Le idee fornite sono state molte; la lista degli esercizi raccolti con le varie proposte è la seguente:

1. Un esercizio nel quale è previsto di mantenere fissa la posizione della mano mentre si compiono dei movimenti con il polso per compensare quelli eseguiti con l'avambraccio ed il gomito: in questo esercizio il palmo della mano va mantenuto aperto verso l'alto, fermo, mentre l'avambraccio viene spostato in alto e in basso, tenendo (o meno) il gomito appoggiato su una superficie;
2. Un esercizio che allena il movimento preciso del polso, nel quale si utilizza un piatto (o una superficie simile) sul quale far muovere una pallina inclinando solamente la mano che lo sorregge, seguendo un labirinto o chiedendo di raggiungere dei punti definiti;

3. Un esercizio che prevede il movimento del pollice per raggiungere la punta delle altre dita: partendo dalla mano aperta, si vanno a formare dei "cerchietti" facendo combaciare la punta del pollice con quella delle altre quattro dita, una alla volta. Come a formare il gesto per indicare "ok" ma non solo con pollice e indice, anche con il pollice ed il medio, pollice e anulare, pollice e il mignolo;
4. Un esercizio per il quale, partendo con la mano aperta poggiata su una superficie con il palmo, si vanno a sollevare singolarmente le dita, senza sollevare il palmo o il resto della mano;
5. Un esercizio simile al precedente che prevede, però, di piegare le dita portando la punta verso il palmo piuttosto che sollevarle, sempre mantenendo il palmo appoggiato;
6. Lo stesso esercizio descritto sopra ma eseguito con la mano sollevata e non più appoggiata su una superficie;
7. Un esercizio nel quale, partendo con la mano sollevata ed aperta, la si va a chiudere nel pugno e riaprire;
8. Un esercizio di rotazione del polso nel quale, partendo con la mano aperta e sollevata, si va a piegare il polso formando un angolo di  $90^\circ$  tra la mano e l'avambraccio;
9. Un altro esercizio di rotazione del polso nel quale, partendo sempre con la mano sollevata ed aperta, si va a ruotare il polso lungo l'asse verticale mano-avambraccio;
10. Un esercizio per cui, una volta posizionato il polso sul bordo di un tavolo mantenendo l'avambraccio appoggiato alla superficie, si va a sollevare ed abbassare un piccolo peso tenuto nella mano, inizialmente posizionata con il palmo rivolto verso il basso; lo stesso può essere fatto ruotando il polso di  $90$  e  $180$  gradi;
11. Un esercizio che prevede di afferrare degli oggetti di diversa dimensione (ad esempio dei contenitori di plastica), spostandoli o impilandoli uno sull'altro;
12. Un esercizio che richiede di tracciare la propria firma;



13. Un esercizio che prevede di afferrare piccoli oggetti, come una penna.

## 4.2 Elaborazione degli esercizi

Tra gli esercizi descritti sopra, è stato necessario fare una prima selezione di quelli che avrebbero potuto essere realizzati in una loro "versione digitale".

In questo passaggio, sono stati esclusi solo gli esercizi numero 6, 7 e 11, impossibili da realizzare, gli altri sono stati invece rielaborati in modo che potesse essere inserito uno smartphone che fungesse da supporto e monitoraggio.

Alcuni sono stati elaborati sulla base dei suggerimenti forniti dai fisioterapisti interrogati, altri sono stati rielaborati autonomamente:

- Per l'esercizio 1 è stato pensato di chiedere a chi svolge l'esercizio, di posizionare lo smartphone sul palmo della mano; il dispositivo potrebbe mostrare un bersaglio da centrare sfruttando l'inclinazione data dalla mano;
- Per l'esercizio 2, si è pensato di fare qualcosa di molto simile a quanto ideato per l'esercizio precedente, ma in questo caso verrà mostrato un labirinto da percorrere o una serie di obiettivi da colpire con una pallina;
- Per l'esercizio 3 è stato pensato di utilizzare uno smartphone appoggiato su una superficie con cui mostrare una serie di elementi in uno degli angoli in alto, da trascinare fino all'angolo opposto in basso. Nell'angolo in basso andrebbe posizionato il pollice, tenuto fisso, e gli elementi andrebbero trascinati verso di esso utilizzando le altre quattro dita, dall'indice al mignolo;
- Gli esercizi numero 4 e 5 sono stati ideati con la semplice aggiunta di uno smartphone posizionato sotto le dita da indice a mignolo; lo schermo andrebbe diviso in quattro colonne che, cambiando colore, andrebbero ad indicare con quale dito eseguire il movimento;

- Per gli esercizi 8 e 9 è stato semplicemente pensato di chiedere a chi svolge l'esercizio di reggere in mano uno smartphone mentre lo esegue; lo stesso per l'esercizio numero 10;
- Per l'esercizio numero 12 è stato pensato di sostituire un pennino e lo schermo dello smartphone alle normali carta e penna;
- L'ultimo esercizio, infine, si è pensato di trasportarlo con smartphone e pennino come il precedente, trovando il modo però di registrare il movimento delle dita e segnandone il percorso.

Durante questa fase, sono stati presentati altri spunti per dei possibili esercizi e da questi sono stati ideati i seguenti:

- Un esercizio in cui viene chiesto di svolgere una partita a Tris tenendo lo smartphone in mano ed utilizzando solamente il pollice per risolverlo;
- Un esercizio in cui vengono mostrati una serie di pallini colorati sparsi per lo schermo, di dimensione sempre diversa, da toccare il più velocemente possibile utilizzando sempre lo stesso dito;
- Un esercizio simile al precedente, dove però viene chiesto di toccare l'elemento più a destra, a sinistra, in alto o in basso.

### 4.3 Realizzazione degli esercizi

Una volta elaborata l'idea, è stato necessario fare i conti con le capacità e le risorse disponibili, sia in termini di tempo, sia per quanto concerne le funzionalità fornite dal framework scelto per lo sviluppo.

La maggior parte degli esercizi si è potuta realizzare come descritto nella sezione precedente, per altri è stato necessario qualche accorgimento. Per altri ancora, si è deciso di rimandare l'implementazione ad un secondo momento, dato che l'obiettivo è stato fin da subito quello di continuare a migliorare e a mantenere l'applicazione nel futuro.

Quasi tutti gli esercizi sono stati realizzati in modo che fosse disponibile un timer di 60 secondi entro il quale svolgere l'esercizio; in tutti, ovviamente, è possibile interrompere l'esecuzione prima della scadenza del tempo.

## **Esercizi 1 e 2**

Per questi esercizi è stato deciso di implementare solo la prima versione al momento. Si è realizzata quindi un'interfaccia semplice, rappresentante un bersaglio stilizzato su cui è possibile muovere una freccetta. Questo è possibile farlo inclinando lo smartphone e analizzando quindi i dati raccolti dall'accelerometro. Se questi indicheranno che il dispositivo si trova in una posizione parallela al terreno, allora la freccetta si posizionerà nel centro del bersaglio, assumendo un colore verde. Se invece lo smartphone risulterà inclinato in una qualsiasi posizione, la freccetta si allontanerà dal centro, assumendo un colore rosso nel momento in cui si allontanerà dal centro del bersaglio stesso. Per segnalare questo allontanamento, oltre al cambio di colore della freccetta, il dispositivo vibrerà.

## **Esercizio 3**

Per rendere simpatico questo esercizio, è stato pensato di rappresentare un ago nell'angolo in basso, fisso, sul quale andrà posizionato il pollice; nell'angolo in alto opposto, invece, viene rappresentato un palloncino da trascinare verso l'ago con le quattro dita tra indice e mignolo. Quando si porta il palloncino abbastanza vicino all'ago, il palloncino scoppia; ritorna poi nell'angolo di partenza, in una posizione scelta randomicamente tra alcune preimpostate.

## **Esercizi 4 e 5**

Questi esercizi hanno subito delle variazioni, così da rendere più semplice l'implementazione: si è pensato di chiedere a chi svolge l'esercizio di partire con le quattro dita, da indice a mignolo, sollevate sopra lo schermo del dispositivo, appoggiato in posizione "landscape" su una superficie. Come ideato in precedenza, lo schermo è stato suddiviso in quattro colonne che, colorandosi, definiscono con quale dito dovrà toccare lo schermo, in corrispondenza della colonna colorata. Questa colorazione segue tre diversi pattern:

- Una colorazione randomica, generata casualmente di volta in volta che coinvolge una sola colonna alla volta;

- Una colorazione "in sequenza" che colora una colonna alla volta partendo da quella di sinistra, raggiungendo quella di destra, per poi tornare indietro e ricominciare;
- Una colorazione che coinvolge sempre e solo due colonne, anche queste selezionate randomicamente di volta in volta, richiedendo il tocco di due dita in contemporanea.

### **Esercizi 8, 9 e 10**

Gli esercizi 8 e 9 non sono stati implementati, preferendo dedicare il tempo e le risorse all'esercizio 10: per questo è stato realizzato uno slider customizzato il quale permette di far muovere una pallina lungo una linea retta, sulla base dell'inclinazione dello smartphone. Per permettere lo svolgimento dell'esercizio con diverse angolazioni, sono stati preparati due slider identici, uno posizionato in verticale ed uno in orizzontale. Per facilitarne l'utilizzo, inoltre, è stato implementato un feedback sonoro che segnala il raggiungimento, da parte della pallina indicatore, di uno dei due capi del tracciato.

### **Esercizio 12**

Per realizzare l'esercizio è stata definita sullo schermo un'area di disegno sulla quale è possibile tracciare la propria firma (o qualsiasi altro disegno) con l'ausilio di un pennino o semplicemente con il proprio dito.

### **Esercizio 13**

Per realizzare questo esercizio, una parte dello schermo è stata impostata in modo da poter essere registrata, andando a creare un video che riproduce quanto visualizzato sullo schermo durante lo svolgimento dell'esercizio. Al centro di questa sezione è stato disegnato un puntino, sul quale andrà posizionata una qualsiasi penna. L'esercizio richiede di compiere il movimento per afferrarla facendo sì che le dita restino a contatto con la superficie del dispositivo. In questo modo, il tocco delle dita verrà riprodotto tramite degli indicatori, al momento mostrati come delle impronte digitali, e potrà essere registrato.

## Esercizi extra

Tra i tre esercizi aggiuntivi riportati alla fine della sezione precedente, è stato deciso di implementare solo il secondo. È stato quindi realizzato un sistema che genera dei cerchietti colorati, di dimensioni randomiche, in posizioni casuali dello schermo, uno ogni volta che quello precedente viene toccato. La sfida è quella di riuscirne a toccare il maggior numero possibile nel tempo a disposizione.

### 4.3.1 Raccolta dati

Per la maggior parte degli esercizi è stato incluso un sistema di raccolta dati che salva in una tabella il risultato ottenuto da ciascun paziente, per ciascun esercizio, avendo cura anche di salvare la mano con cui l'esercizio è stato svolto.

Questi risultati, in genere, consistono nel numero di tocchi effettuati in sessanta secondi dal paziente e rappresentano un sistema di monitoraggio per il miglioramento delle performance del paziente stesso. Nello specifico:

- per l'esercizio 3, il sistema prevede il salvataggio del numero di palloncini che vengono fatti scoppiare, di volta in volta, dal paziente; corrisponde al numero di movimenti che il paziente farebbe andando ad unire la punta di una delle dita tra indice e mignolo con quella del pollice;
- per gli esercizi 4 e 5, il sistema monitora il numero di colonne toccate dal paziente nei sessanta secondi di durata dell'esercizio; corrisponde al numero di volte in cui, partendo dalla posizione di partenza, il paziente abbassa una delle quattro dita tra indice e mignolo per toccare lo schermo in corrispondenza della colonna colorata;
- per l'esercizio extra viene calcolato il numero di cerchietti colorati che il paziente tocca durante lo svolgimento dell'esercizio.

Anche per gli esercizi 12 e 13 è stato implementato un sistema di raccolta dati:

- per l'esercizio 12 è possibile salvare l'immagine ottenuta nella memoria interna del dispositivo che si sta utilizzando, così da poterla mantenere nel tempo e confrontarla con le successive. L'immagine della

firma rimane salvata solo ed unicamente nel dispositivo del paziente che svolge l'esercizio, non viene condivisa o salvata su alcun database: sarà l'utente, se vorrà, a condividerla con il proprio fisioterapista;

- per l'esercizio 13 è stato implementato un sistema per cui la registrazione dello schermo realizzata durante lo svolgimento dell'esercizio, viene salvata nella memoria interna del dispositivo per essere poi mostrata al fisioterapista durante un incontro di persona.

Per gli esercizi 1, 2 e 10, al momento, non è stato implementato un sistema di raccolta dati.

## 4.4 Risultato dello sviluppo

Dopo tutte le considerazioni precedenti, in questa sezione viene mostrato il risultato del lavoro: l'applicazione RocketHand(figura 4.2).



Figura 4.2: RocketHand: logo

Innanzitutto, l'applicazione prevede un sistema di registrazione ed autenticazione (figura 4.3) con il quale è possibile distinguere due categorie di utenti: pazienti e fisioterapisti.

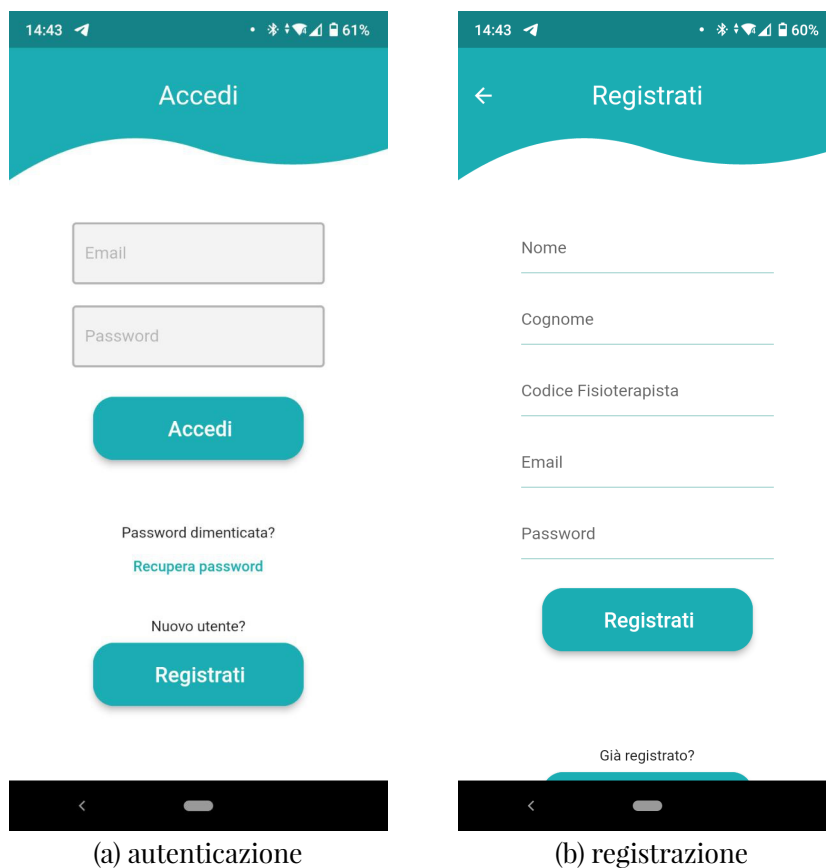


Figura 4.3: RocketHand: autenticazione e registrazione

#### 4.4.1 RocketHand: interfaccia per i pazienti

La versione del progetto dedicata ai pazienti richiede, innanzitutto, che questi si registrino al sistema tramite l'apposito form di registrazione mostrato in figura 4.3.

Tra i campi richiesti è presente il campo "codice fisioterapista" il quale corrisponde al codice citato nella precedente sezione "Associazione dei pazienti". Questo codice, se correttamente condiviso ed inserito, assocerà il paziente che si sta registrando al fisioterapista che ha fornito il codice, il modo che solo questi possa avere accesso ai risultati del paziente.

Una volta eseguito l'accesso, ogni paziente troverà la lista degli esercizi disponibili e potrà iniziare subito a svolgerli nell'ordine e per il numero di volte che preferisce.

## Esercizi nel dettaglio

La lista degli esercizi di cui sopra è rappresentata nella figura 4.4.

Ogni volta che il paziente decide di svolgere uno degli esercizi, viene mostrata una veloce spiegazione testuale del procedimento da seguire per svolgere l'esercizio e, nella stessa pagina (figura 4.4), gli viene richiesto di selezionare la mano con cui lo andrà a svolgere. Gli viene inoltre data la possibilità di visualizzare i propri risultati ottenuti per quello specifico esercizio e di disattivare gli eventuali suoni riprodotti, se lo desidera.

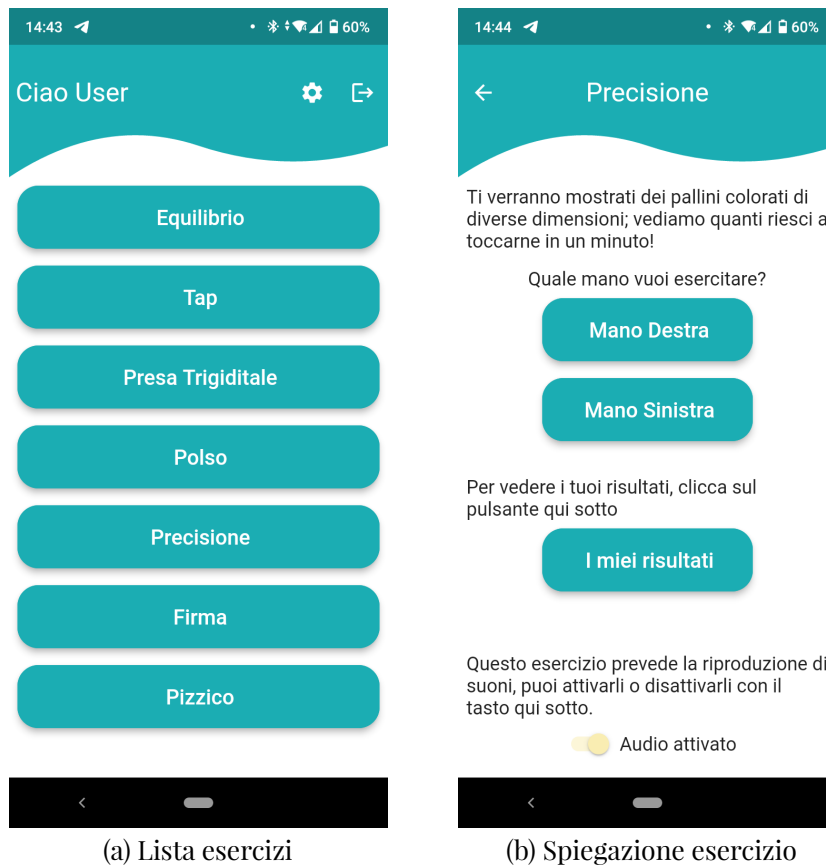


Figura 4.4: RocketHand: lista e spiegazione esercizi



**Equilibrio** Questo primo esercizio è il risultato delle considerazioni fatte su quelli che fino ad ora sono stati chiamati "esercizio 1" e "esercizio 2". La pagina mostrata in figura 4.5, come ideato, un bersaglio stilizzato, sul quale è possibile far muovere una freccetta inclinando il dispositivo. La freccetta cambia colore nel momento in cui esce dall'area centrale del bersaglio indicando che il dispositivo non è più in una posizione parallela al terreno ma è piuttosto inclinato in una qualche direzione.

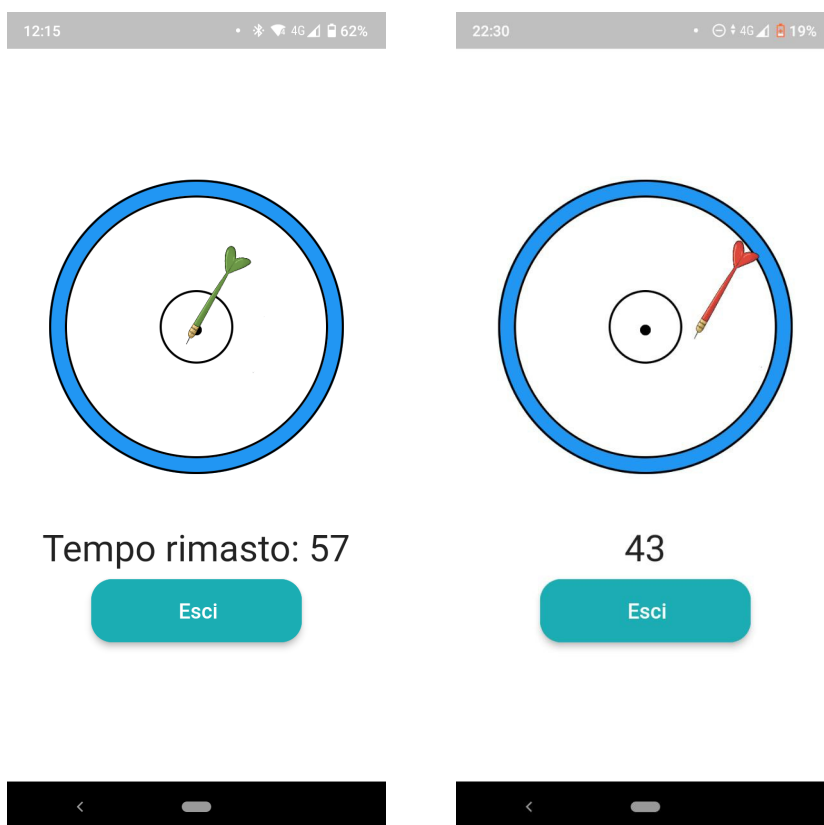


Figura 4.5: RocketHand: esercizio "Equilibrio"

Come anticipato, per questo esercizio non è prevista una raccolta dati ma è comunque previsto un timer di sessanta secondi che guida il paziente alla conclusione dell'esecuzione.

**Tap** Questo è il risultato per quanto riguarda gli esercizi fino ad ora definiti come "4" e "5".

Dalla pagina di spiegazione raggiungibile toccando il tasto "Tap" della homepage, si può accedere alle tre diverse varianti di questo esercizio.

Ciascuna di esse mostrerà lo schermo diviso in quattro colonne di cui una (o due nel caso si sia selezionata la versione con tocco multiplo) sarà colorata. Ad ogni tocco, la (o le) colonna colorata, cambierà posizione, richiedendo al paziente di utilizzare un altro dito per il tocco, fino allo scadere dei sessanta secondi prefissati per la durata di questo esercizio.

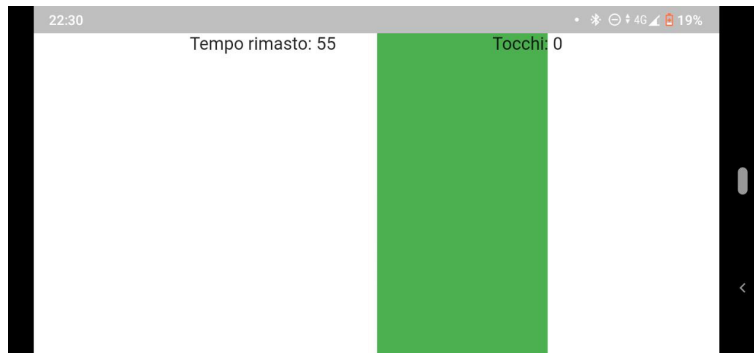


Figura 4.6: RocketHand: esercizio "Tap" - tap singolo

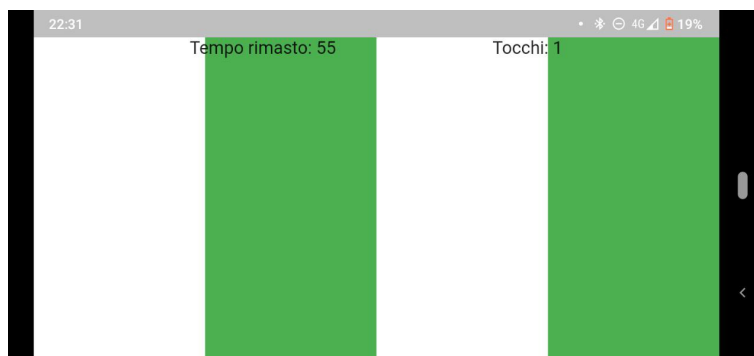


Figura 4.7: RocketHand: esercizio "Tap" - tap multiplo

Durante lo svolgimento dell'esercizio verrà visualizzato un contatore che terrà conto del risultato ottenuto fino a quel momento, oltre ad un indicatore del tempo rimasto. Entrambi questi contatori sono visibili nella parte alta delle figure 4.6 e 4.7.

**Presa tridigitale** Questa è la trasposizione di quello che fino adesso è stato chiamato "esercizio 13".

Una parte dello schermo è stata impostata in modo che riproduca tramite degli indicatori il movimento effettuato dalle dita del paziente nel tentativo di afferrare una penna posizionata al centro dello spazio (indicato da un puntino nero).

Il sistema permette di registrare quanto accade sullo schermo durante questa esecuzione, a patto che la registrazione stessa venga avviata tramite l'apposito tasto "Start".

Finita l'esecuzione dell'esercizio è necessario toccare il tasto "Stop" per interrompere la registrazione.

A questo punto è possibile visualizzare un'anteprima del video così realizzato o salvarlo direttamente nella memoria interna del dispositivo che si sta utilizzando.

Il framework utilizzato per lo sviluppo, però, non permette una rapida esecuzione di questo processo ed è quindi consigliato di mantenere la registrazione sotto i 15 secondi di durata.

I vari passaggi sono mostrati nella figura 4.8

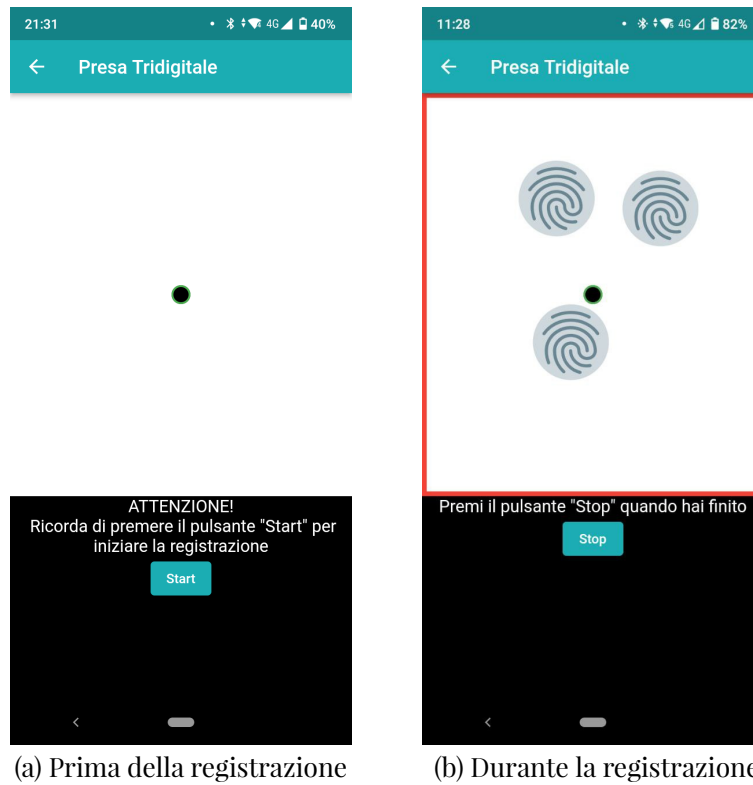


Figura 4.8: RocketHand: esercizio "Presca Tridigitale"

**Polso** Questa è la realizzazione dell'esercizio fino ad ora chiamato "Esercizio 10".

Lo slider è stato realizzato ad hoc per rispondere all'inclinazione del dispositivo, facendo sì che i dati raccolti dall'accelerometro vengano interpretati come un valore da far assumere allo slider stesso.

L'esercizio permette di utilizzare due tipologie di slider in modo da assecondare la posizione del polso scelta per l'esecuzione dell'esercizio: orizzontale o verticale. La tipologia dello slider, così come la mano da utilizzare, vengono impostate dall'utente all'inizio dell'esecuzione dell'esercizio.

Entrambi i tipi di slider sono calibrati in modo da compensare il diverso livello di mobilità che il polso ha quando ruota: il polso se posizionato in modo che il palmo sia perpendicolare al terreno, ad esempio, compie un arco maggiore quando si sposta verso il basso piuttosto che verso l'alto. Per questo la posizione iniziale dell'indicatore dello slider non è centrale. Il suo valore iniziale, cioè, non è zero ed il suo range non è simmetrico rispetto allo zero.

Questi valori sono ovviamente resi in maniera speculare in modo da adattarsi alla mano, destra o sinistra, scelta dal paziente.

L'interfaccia risultante è mostrata in figura 4.9.

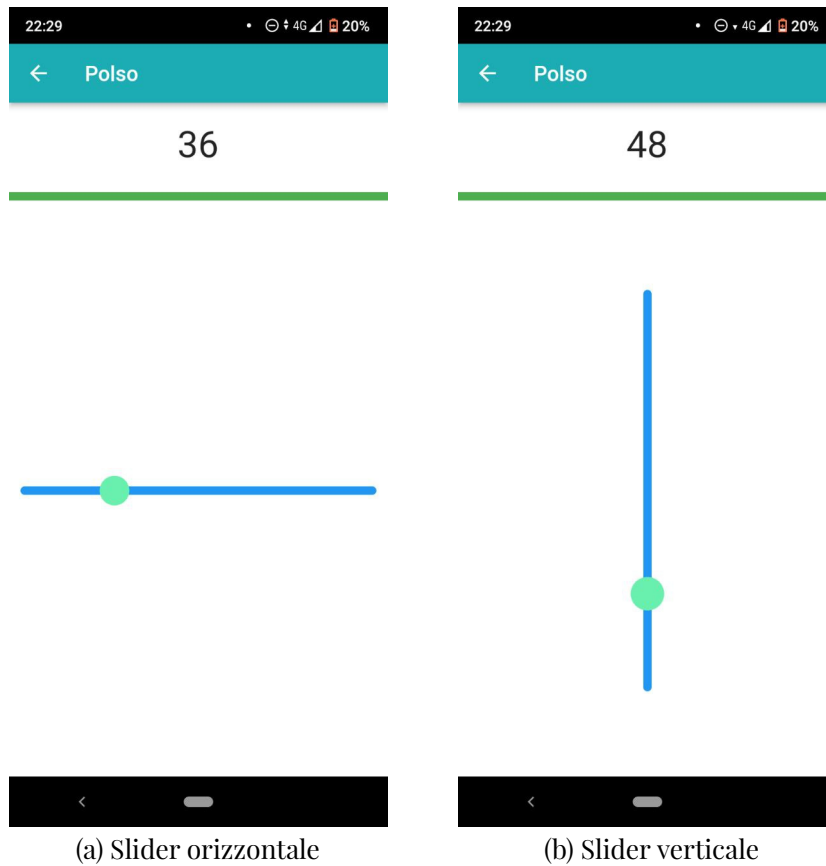


Figura 4.9: RocketHand: esercizio "Polso"

**Precisione** É invece la trasposizione dell'esercizio "extra", aggiunto nel corso dell'elaborazione degli esercizi.

L'esercizio continua a generare un pallino colorato alla volta, con dimensione, posizione e colore randomici, uno ogni volta che l'utente tocca quello generato subito prima (figura 4.10).

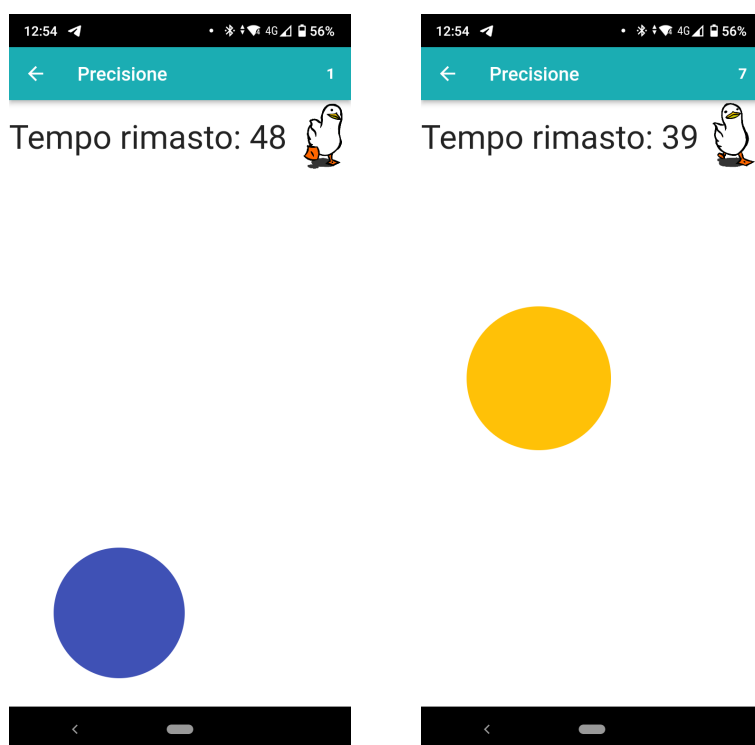


Figura 4.10: RocketHand: esercizio "Precisione"

Anche questo esercizio dura sessanta secondi ed è stato previsto un contatore che tiene traccia del numero di pallini toccati fino a quel momento, visibile sulla destra della barra azzurra in alto sullo schermo.

**Firma** La trasposizione dell'esercizio 12 è stata molto semplice: come anticipato, lo schermo è stato trasformato in un'area di disegno dove è possibile scrivere e disegnare tramite l'utilizzo di un pennino o del proprio dito. Al paziente è richiesto di tracciare la propria firma la quale, sotto forma di immagine, potrà essere salvata nella memoria interna del dispositivo dell'utente. Per fare questo è stato inserito un pulsante "Salva", affiancato da un pulsante "Cancella" che permette di rimuovere quanto tracciato fino a quel momento e di ricominciare da un "foglio bianco" (figura 4.11).

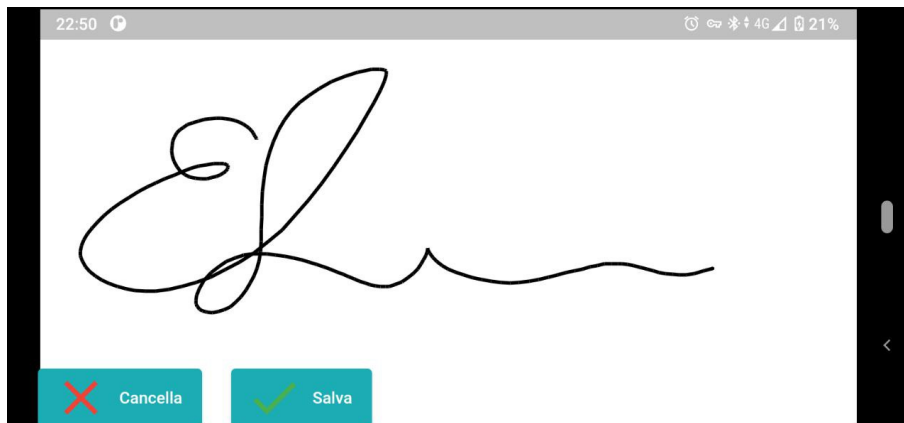


Figura 4.11: RocketHand: esercizio "Firma"

**Pizzico** Questo esercizio, infine, implementa quello che fino adesso è stato chiamato "esercizio 3".

Il palloncino, posizionato in uno degli angoli in alto a seconda della mano scelta per lo svolgimento, è stato reso un elemento "draggable" che deve essere trascinato fino all'ago, posto nell'angolo opposto in basso. Quando viene raggiunta l'area delineata come "bersaglio" del movimento di trascinamento, l'immagine del palloncino viene sostituita da quella di un palloncino esploso per qualche millisecondo (figura 4.12).

Poi il palloncino, intero, ritorna nell'area di partenza.



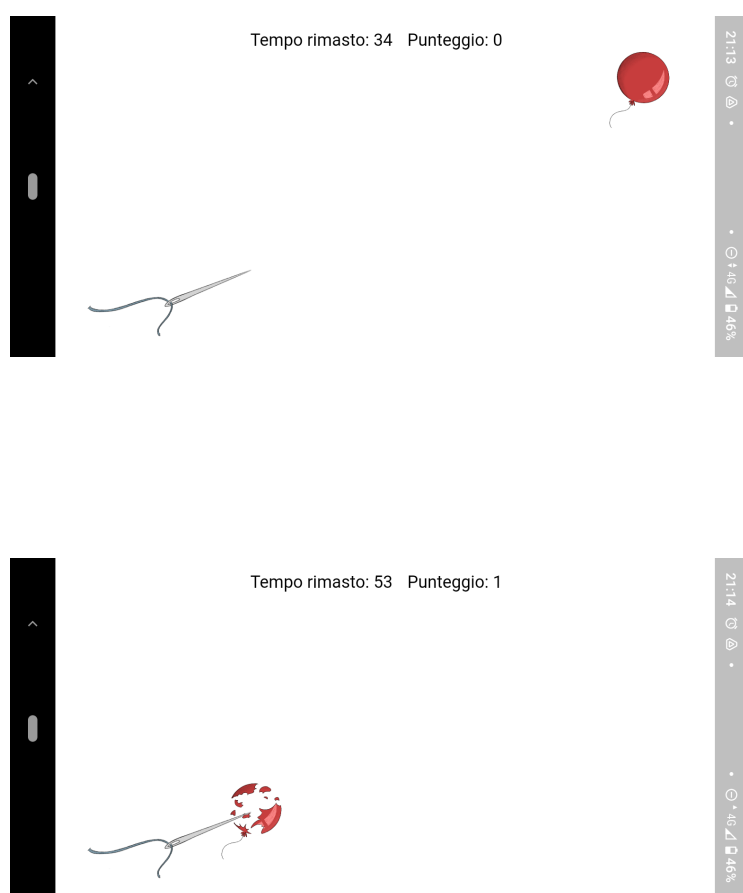


Figura 4.12: RocketHand: esercizio "Pizzico"

Anche questo esercizio prevede una durata massima di sessanta secondi; il tempo rimasto viene mostrato nella schermata insieme al contatore dei palloncini esplosi fino a quel momento.

## 4.4.2 RocketHand: interfaccia per i fisioterapisti

Per i vari fisioterapisti è stato creato manualmente un account legato ad un indirizzo email da loro fornito. A ciascuno di questi account è legato un "codice fisioterapista", univoco, il quale servirà per associare ciascun paziente al solo e proprio fisioterapista.

### Associazione dei pazienti

L'accesso, nel caso si un fisioterapista ad accedere, porta ad una pagina, inizialmente vuota, dove vengono elencati tutti i pazienti associati al fisioterapista che ha effettuato l'accesso (figura 4.13).

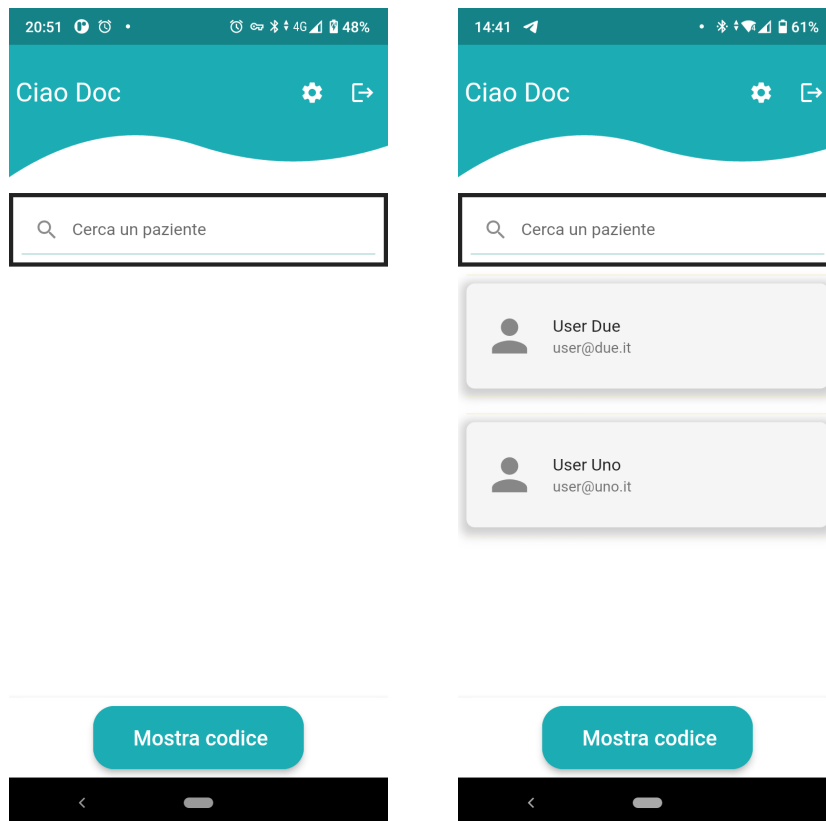


Figura 4.13: RocketHand: homepage fisioterapista

Nella stessa pagina mostrata nella figura 4.13, in basso, il fisioterapista ha la possibilità di recuperare il proprio codice, da condividere con i pazienti per completare l'associazione. Questo è possibile semplicemente toccando il tasto "Mostra codice"; il risultato è visibile in figura 4.14.

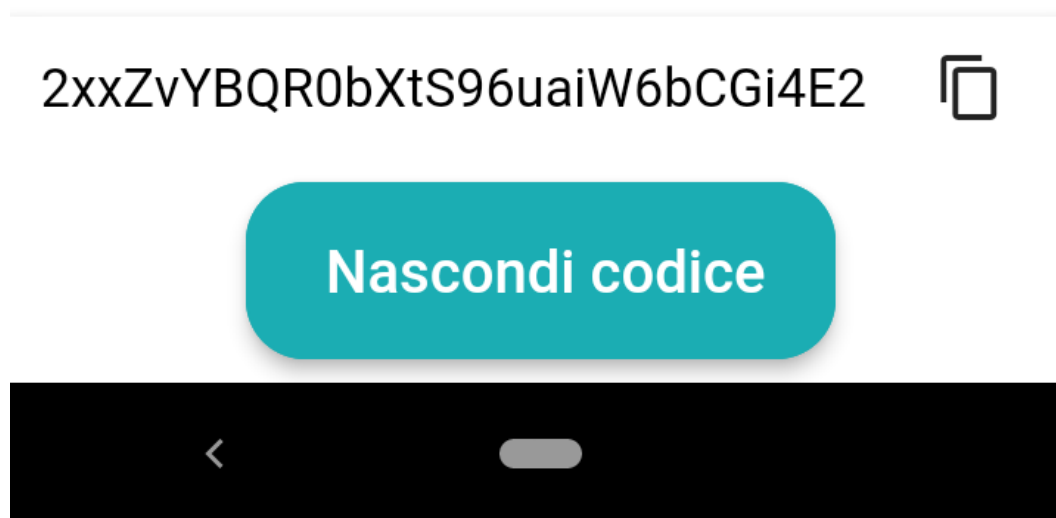


Figura 4.14: RocketHand: codice fisioterapista

### Visualizzazione risultati

Una volta che il fisioterapista ha condiviso il proprio codice, i pazienti possono procedere con la registrazione al sistema ed iniziare a svolgere gli esercizi.

A questo punto, per il fisioterapista, sarà possibile visualizzare, per ciascun paziente a lui associato, la lista degli esercizi a disposizione e per ciascuno di questi, i risultati ottenuti dal paziente selezionato. Per fare questo al fisioterapista basterà toccare il nome di un paziente e il nome dell'esercizio di cui vuole visualizzare i risultati.

I risultati sono suddivisi sulla base della mano con cui è stato svolto l'esercizio e il fisioterapista avrà modo di visualizzare solo i risultati ottenuti con la mano destra o solo quelli ottenuti con la mano sinistra.

I vari passaggi sono mostrati nella figura 4.15.



Figura 4.15: RocketHand: Step visualizzazione risultati fisioterapista

# Capitolo 5

## Risultati

In questo capitolo verranno riassunti quelli che sono i risultati ottenuti alla fine del percorso che ha portato allo sviluppo dell'applicazione Rocke-tHand.

L'applicazione è stata condivisa con i fisioterapisti che hanno dato disponibilità per testarla in data 08/03/2022 ed è stato chiesto loro di condividerla con i propri pazienti.

Dopo circa un mese dalla condivisione dell'applicazione con i fisioterapisti, è stato chiesto loro e ai loro pazienti un feedback su quanto hanno potuto vedere. Ai fisioterapisti è stato chiesto un parere scritto, per i pazienti è invece stato ideato un questionario anonimo di cui si riportano in seguito i risultati.

### 5.1 I contributi

Tutto ciò che è riportato in questo capitolo, è stato realizzato grazie al fondamentale contributo di diversi fisioterapisti i quali, ciascuno per quanto ha potuto, hanno collaborato in diverse fasi del progetto di cui riporta questa tesi.

I fisioterapisti che fin dall'inizio hanno dato disponibilità sono stati sette ma i contributi reali sono arrivati da cinque di questi.

**Emilio**, fisioterapista della mano presso il "Centro Mano Roma" nella capitale, è stato il primo a dare disponibilità per contribuire in questo pro-

getto. I pazienti trattati in questa struttura hanno diverse patologie come la sindrome del tunnel carpale (in diversi stadi, pre e post-operatori), artrite reumatoide, lesioni ai legamenti, epicondilite o "gomito del tennista" (un'inflammatione dei tendini), fratture della mano o del radio e altre condizioni che coinvolgono la mano ed il polso.

Emilio ha realizzato e condiviso un video in cui mostra quali sono i principali esercizi che vengono proposti ai pazienti trattati nella struttura dove lavora. Il video è stato fondamentale per iniziare ad elaborare gli esercizi da proporre all'interno dell'applicazione. Alcuni degli esercizi mostrati da Emilio, sono stati esclusi poiché impossibili da trasportare, ma la maggior parte delle idee suggerite, ha dato vita ad uno degli esercizi presenti in RocketHand.

Ad esempio, è lui che ha mostrato l'esecuzione di un esercizio da cui è stato poi elaborato l'esercizio "Polso": nella versione mostrata da Emilio, il paziente tiene il gomito e l'avambraccio appoggiati su un tavolo, in modo che la mano ed il polso vengano posizionati oltre il bordo. Nella mano viene tenuto un peso e, al paziente, viene richiesto di compiere dei movimenti rotatori del polso. Da qui l'idea di sostituire il peso con uno smartphone e di mostrare sullo schermo del dispositivo, un elemento che seguisse il movimento fatto dal paziente durante l'esecuzione dell'esercizio.

Altri esercizi mostrati da Emilio, sono stati combinati con le idee di  **Davide**. Davide, fisioterapista presso lo studio "Riabilita" di Padova, ha realizzato un piccolo video in cui proponeva, inconsapevolmente, una trasposizione degli esercizi "classici" presentati da Emilio, che prevedesse l'inserimento di uno smartphone.

Da questo sono nati due diversi esercizi:

- l'esercizio "Equilibrio", che prevede l'esecuzione di movimenti con il braccio mantenendo ferma la mano con il palmo rivolto verso l'alto, è stato mostrato da Emilio nella versione classica (ovvero utilizzando un piatto posizionato sul palmo della mano, su cui far rotolare una pallina per controllare il movimento) e ripreso da Davide che ha suggerito l'idea di utilizzare, al posto del piatto, uno smartphone;
- l'esercizio "Pizzico" che, nella sua versione tradizionale mostrata da Emilio, richiede al paziente di partire con la mano sollevata ed aperta,

per poi chiedergli di avvicinare il pollice alla punta delle altre dita, una alla volta. Davide ha suggerito di eseguire un movimento simile tenendo il pollice fermo in un angolo di uno smartphone appoggiato su un tavolo ed avvicinando ad esso le punte delle altre dita facendole scorrere sullo schermo.

Un altro esercizio suggerito da Davide è stato rielaborato in quello che è diventato l'esercizio "Tap": questo esercizio richiede di toccare una di quattro colonne in cui viene suddiviso lo schermo del dispositivo in uso, ogni volta che questa si colora. L'esercizio suggerito da Davide prevedeva di partire con le quattro dita tra indice e mignolo appoggiate ognuna su una delle colonne di cui sopra, e di sollevarle per un paio di secondi in corrispondenza della colonna segnalata.

Inoltre, Davide è presidente dell'associazione AIRM (Associazione Italiana di Riabilitazione della Mano) e tramite la newsletter, ha condiviso la richiesta di collaborazione al progetto RocketHand a tutti gli iscritti. Questo ha permesso ai fisioterapisti che seguono, di venire a conoscenza dell'idea e di proporsi per contribuire.

**Francesco** è un terapeuta occupazionale specializzato nella terapia della mano presso la Casa di Cura Mons. Luigi Novarese di Moncrivello.

Francesco è stato tra gli ultimi a prendere parte al progetto ma il suo contributo ha permesso di inserire due esercizi aggiuntivi alla lista di quelli già sviluppati o in procinto di esserlo. Ha infatti condiviso un video in cui mostrava la sua idea per l'esercizio "Presa Tridigitale". Questo esercizio, che richiede di eseguire il movimento per afferrare una penna posta al centro dello schermo dello smartphone mentre questo viene registrato, è stato realizzato seguendo le esatte indicazioni di Francesco.

Nello stesso video, riportava quanto aveva suggerito durante l'incontro conoscitivo: suggeriva l'idea di poter raccogliere la firma del paziente e di salvarla in un'immagine che potesse essere confrontata nel tempo. Da qui è nato l'esercizio "Firma" che richiede esattamente questo, di tracciare la propria firma e di salvarla nella memoria interna del dispositivo in uso, in modo che possa poi essere confrontata con le successive.

Francesco ha anche proposto di utilizzare l'analisi della validità dell'applicazione RocketHand per la stesura della tesi di laurea in terapia occupazionale, di una tirocinante presso la struttura per cui lavora. Questo ha per-

messo di raggiungere **Stefania**, tirocinante presso la Casa di Cura di Moncrivello. Lei ha eseguito molti test sull'applicazione di cui tratta questa tesi, condividendola con undici pazienti. Inoltre, ha fornito un feedback esauritivo riassunto nella sezione 5.3 e riportato nell'appendice A.

**Ilaria**, fisioterapista della mano presso il suo studio di Fossano, ha condiviso l'applicazione con due dei suoi pazienti. I pazienti trattati nel suo studio hanno subito degli interventi chirurgici che hanno causato situazioni di *impairment*: la mano o il polso trattati hanno perso parte della loro funzionalità a causa dell'intervento subito ed è quindi impossibile, per questi pazienti, eseguire determinati movimenti.

Il suo contributo è stato fondamentale per testare l'applicazione e per raccogliere le opinioni dei pazienti a riguardo. Lei stessa ha poi presentato la sua opinione su quanto ha potuto vedere, riassunta nel paragrafo 5.3 e riportata letteralmente nell'appendice A.

**Sheila** è una fisioterapista specializzata in terapia manuale e della mano presso il poliambulatorio "Obiettivo Benessere" a Forlì. I pazienti trattati si sottopongono a sedute di fisioterapia principalmente in seguito a interventi chirurgici.

Sheila ha condiviso l'applicazione con due dei suoi pazienti ed ha condiviso loro il questionario elaborato per raccogliere le loro opinioni.

Ha fornito inoltre un suo parere personale sulla validità e sull'utilità dell'applicazione RocketHand, anche questo riassunto nel paragrafo 5.3 e riportato in appendice.

## 5.2 L'opinione dei pazienti

Durante il periodo che va dal 08/03/2022 al 06/04/2022, nel quale sono stati eseguiti i primi test, 15 pazienti si sono registrati all'applicazione e l'hanno utilizzata per svolgere gli esercizi proposti.

Ciascuno di loro ha utilizzato l'applicazione per un lasso di tempo diverso ma, per tutti, il primo accesso e la prima esecuzione degli esercizi, sono avvenuti durante una normale seduta di riabilitazione. Durante questa seduta, hanno potuto essere guidati dai propri fisioterapisti nel corretto svol-



gimento degli esercizi.

Cinque di questi pazienti hanno continuato a svolgere quotidianamente (o quasi) gli esercizi che i fisioterapisti hanno ritenuto più consoni per loro, altri invece hanno eseguito gli esercizi saltuariamente e con un numero inferiore di ripetizioni.

Questa differenza è stata presa in considerazione all'interno del breve questionario a loro dedicato.

Alla fine del primo periodo di test, in data 06/04/2022, sono stati raccolti otto questionari compilati. Le opinioni raccolte ed i risultati ottenuti vengono riportati di seguito.

Note: Dato il ridotto numero di partecipanti, è stato deciso di non chiedere ai pazienti informazioni come la propria patologia, l'età, il sesso o qualunque altro dato che avrebbe potuto renderli identificabili, così da garantirne l'anonimato.

Tutte le domande per cui è richiesto di esprimere un valore da 1 a 5, è stata utilizzata una scala Likert a 5 punti dove 1 corrisponde a "per nulla" e 5 a "molto".

### **Domanda 1: Quanto usi il cellulare in media in una giornata?**

Questa domanda aveva lo scopo di definire il livello di familiarità dei pazienti con l'uso di uno smartphone.

È stato chiesto di indicare, su una scala da 1 a 5, il valore che meglio rappresentava la quantità di tempo, in una giornata, in cui ciascuno utilizza un dispositivo mobile.

In media, il livello di utilizzo giornaliero e quindi di familiarità con il dispositivo, è risultato alto (figura 5.1): infatti, il 50% degli intervistati (quattro persone) afferma di utilizzare molto il cellulare durante la giornata, il 25% (due persone) afferma di utilizzarlo abbastanza, il 12,5% (una persona) ha selezionato una risposta neutra, affermando di non usarlo né tanto né poco e il restante 12,5% (una persona) afferma di utilizzarlo poco.

Quanto usi il cellulare in media in una giornata?

8 risposte

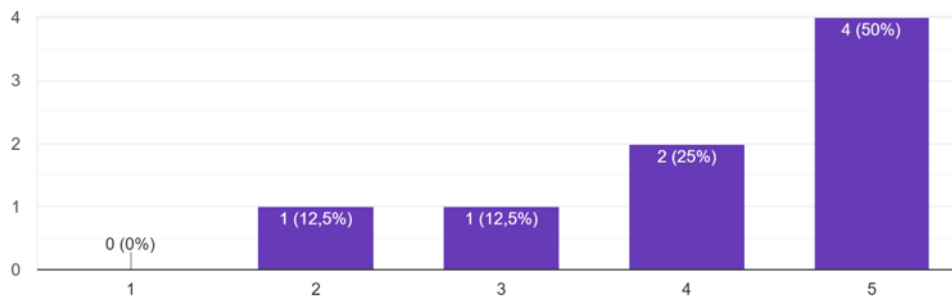


Figura 5.1: Risposte al questionario: domanda 1

### **Domanda 2: Avevi già utilizzato un'applicazione simile? Se sì, quale?**

La seconda domanda aveva lo scopo di comprendere se qualche paziente avesse già avuto esperienza con un'applicazione simile.

In questo modo sarebbe stato possibile intuire eventuali aspettative dei pazienti, confrontandolo con quanto fornito dall'applicazione RocketHand. Avrebbe permesso anche di comprendere la diffusione di applicazioni simili e, in questo modo, capire se questo tipo di applicazione viene già utilizzato o meno.

La totalità degli intervistati ha affermato di non aver mai utilizzato applicazioni simili (figura 5.2).

Avevi già utilizzato un'applicazione simile?

8 risposte

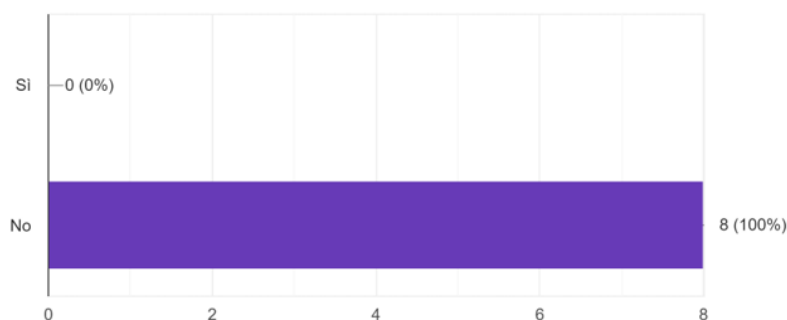


Figura 5.2: Risposte al questionario: domanda 2

### **Domanda 3: Hai mai pensato che gli esercizi "tradizionali" (senza app) da svolgere per la riabilitazione fossero noiosi?**

Uno dei motivi che ha spinto all'ideazione e realizzazione del progetto RocketHand, è il fatto che solitamente, gli esercizi da svolgere per riabilitare le funzionalità della mano e del polso, devono essere eseguiti molte volte e per un lungo lasso di tempo. Questa ripetizione nel lungo periodo, può risultare noiosa per alcuni ed è quindi stato chiesto ai pazienti raggiunti durante i test, di esprimere la loro opinione a riguardo.

In questo caso le risposte degli intervistati si sono divise. Su otto persone, tre affermano di non aver mai pensato che gli esercizi da svolgere fossero noiosi (37,5%); i restanti cinque si sono distribuiti tra una risposta neutra (due persone, 25% degli intervistati) e l'affermare di aver trovato noiosi gli esercizi di cui sopra (tre persone, 37,5% degli intervistati) (figura 5.3).

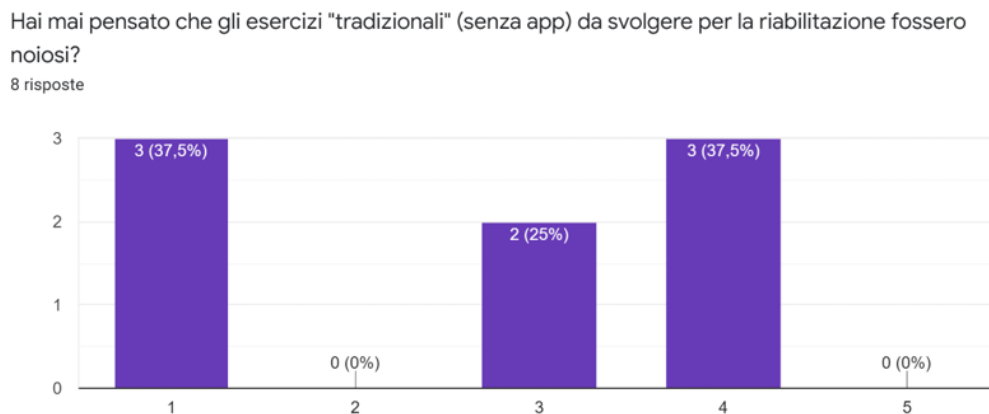


Figura 5.3: Risposte al questionario: domanda 3

**Domanda 4: Per quanto tempo hai utilizzato l'applicazione RocketHand?**  
**Domanda 5: Quante volte hai svolto gli esercizi proposti dall'applicazione RocketHand??**

Queste due domande sono state poste così da poter valutare "l'affidabilità" delle risposte fornite.

Nelle domande successive, infatti, al paziente viene richiesta un'opinione sull'esperienza avuta nell'utilizzo dell'applicazione e si è voluto cercare di comprendere se l'opinione data fosse basata sulla prima impressione o su un utilizzo maggiore dell'applicazione.

Tutti gli intervistati affermano di aver utilizzato l'applicazione per almeno una settimana (figura 5.4), eseguendo gli esercizi, nella maggior parte dei

## Capitolo 5. Risultati

---

casi, almeno 5 volte (figura 5.5). Nello specifico, quattro persone affermano di aver utilizzato l'applicazione RocketHand almeno per una settimana e quattro di averla usata per più di una settimana. Di queste, il 12,5% (una persona) afferma di aver svolto gli esercizi proposti tra una e cinque volte, il 37,5% (tre persone) tra cinque e dieci volte e il restante 50% (quattro persone) afferma di averli eseguiti più di dieci volte.

Questo permette di capire che l'opinione data successivamente non è basata sul primo impatto ma è frutto di un utilizzo dell'applicazione prolungatosi per un lasso di tempo maggiore.

Per quanto tempo hai utilizzato l'applicazione RocketHand?  
8 risposte

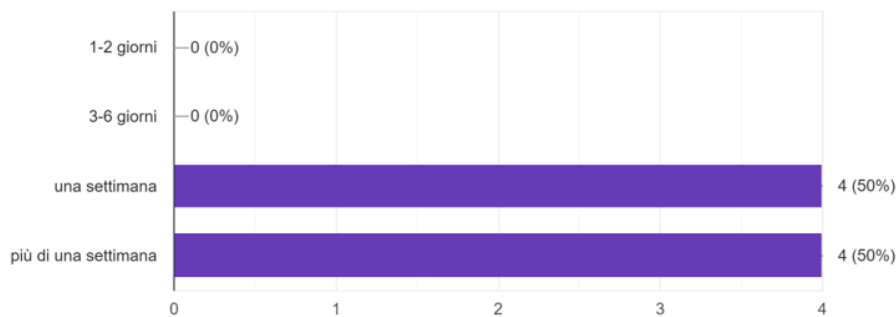


Figura 5.4: Risposte al questionario: domanda 4

Quante volte hai svolto gli esercizi proposti dall'applicazione RocketHand?  
8 risposte

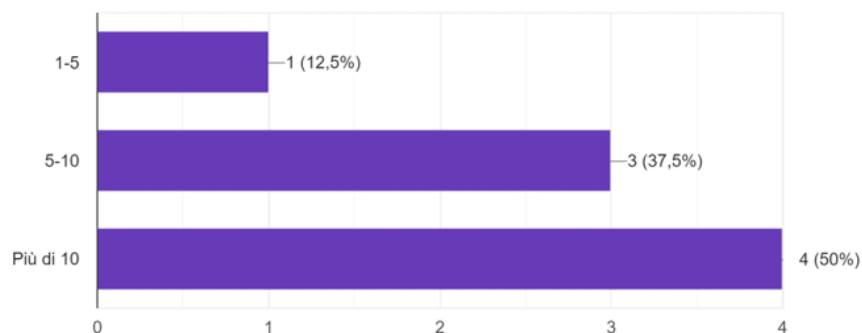


Figura 5.5: Risposte al questionario: domanda 5

**Domanda 6: Continueresti ad utilizzare l'applicazione RocketHand per lo svolgimento degli esercizi durante la tua riabilitazione?**

Questa domanda è stata posta per capire, in linea generale, l'indice di gradimento dei pazienti nei confronti dell'applicazione. Il fatto che un paziente affermi che continuerebbe ad utilizzare l'app per il periodo della sua riabilitazione, è indice del fatto che la sua esperienza è stata, tutto sommato, positiva e che la prorogherebbe nel tempo.

Inoltre, può essere anche indice di quanto il paziente la ritenga utile per sé stesso: è facile che se un esercizio è ritenuto inutile, questo non venga svolto e non si voglia proseguire nella sua esecuzione. Quindi un valore alto per la risposta data a questa domanda, può indicare che il paziente ritenga utile ciò che sta facendo.

Il risultato riportato in figura 5.6, è sicuramente positivo: il 62,5% (cinque persone), infatti, afferma che in linea di massima continuerebbe ad utilizzare l'applicazione per lo svolgimento degli esercizi proposti dal percorso riabilitativo, il 25% (due persone) afferma che sicuramente continuerebbe ad utilizzarla e il 12,5% (una persona) ha selezionato una risposta neutra.

Continueresti ad utilizzare l'applicazione RocketHand per lo svolgimento degli esercizi durante la tua riabilitazione?  
8 risposte

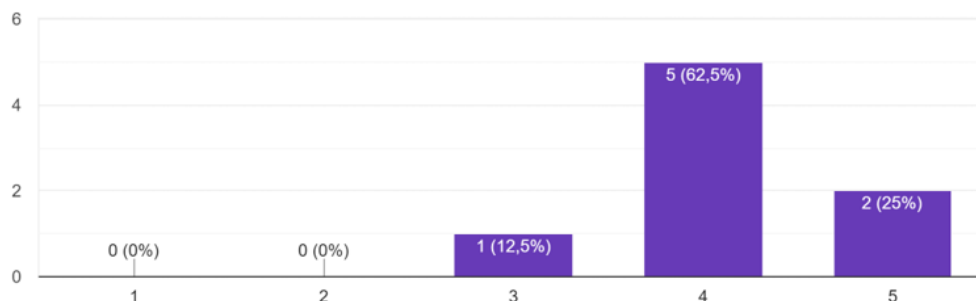


Figura 5.6: Risposte al questionario: domanda 6

**Domanda 7: Pensi che l'applicazione RocketHand renda lo svolgimento degli esercizi più divertente?**

**Domanda 8: Pensi che l'applicazione RocketHand possa aiutarti a svolgere gli esercizi con più regolarità?**

**Domanda 9: Pensi che l'applicazione RocketHand possa aiutare a non abbandonare la terapia prima di averla conclusa?**

Le tre domande riportate hanno lo scopo di capire se, dal punto di vista dei pazienti, l'utilizzo dell'applicazione RocketHand durante il percorso riabi-

litativo, può far fronte ai tre problemi principali rilevati circa il percorso appena citato: la noia, la poca regolarità nell'esecuzione degli esercizi e l'abbandono della terapia prima che questa sia conclusa.

All'inizio dello sviluppo del progetto RocketHand, si infatti è preso in considerazione il fatto che il lungo periodo di tempo necessario per il recupero delle funzionalità e della mobilità della mano, può portare ad annoiare i pazienti i quali saranno quindi inclini a non svolgere con regolarità gli esercizi assegnati loro dai fisioterapisti. Nel caso peggiore, questo può portare i pazienti a decidere di abbandonare la terapia prima che sia conclusa, magari perché il dolore si è attenuato o la mobilità parzialmente ripresa, e sembra che questa non sia più necessaria.

Parte dell'idea del progetto è di far fronte a queste problematiche, partendo dal rendere l'esecuzione degli esercizi accattivante e motivante.

Le risposte ottenute dai pazienti su queste questioni sono tutte positive e lasciano presagire che l'idea portata avanti dal progetto RocketHand sia valida (figure 4.7, 4.8, 4.9).

Infatti, alla domanda "pensi che l'applicazione RocketHand renda lo svolgimento degli esercizi più divertente", la metà degli intervistati (quattro persone) afferma che l'applicazione renda sicuramente lo svolgimento degli esercizi più divertente, tre persone (37,5% degli intervistati) affermano di trovare lo svolgimento degli esercizi un po' più divertente grazie all'applicazione e una persona (12,5% degli intervistati) ha dato una risposta neutra. Alla domanda successiva, dove viene chiesto se si ritiene che l'applicazione possa aiutare a svolgere gli esercizi con più regolarità, una persona (12,5% degli intervistati) afferma di pensare che questo non avvenga, due persone (25% degli intervistati) hanno selezionato una risposta neutra, tre persone (37,5% degli intervistati) affermano che l'applicazione possa aiutare a svolgere gli esercizi con più regolarità e due persone (25% degli intervistati) affermano che questo avviene sicuramente.

Nella terza domanda, dove viene chiesto se si ritiene che l'applicazione possa aiutare a non abbandonare una terapia prima che questa sia conclusa, il 25% degli intervistati (due persone) ha selezionato una risposta neutra, il 62,5% (cinque persone) sostiene che può essere un aiuto ed il 12,5% (una persona) ritiene che sia sicuramente d'aiuto.

Pensi che l'applicazione RocketHand renda lo svolgimento degli esercizi più divertente?

8 risposte

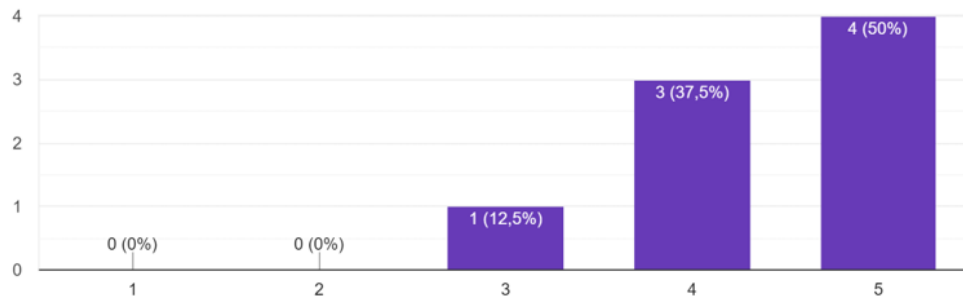


Figura 5.7: Risposte al questionario: domanda 7

Pensi che l'applicazione RocketHand possa aiutarti a svolgere gli esercizi con più regolarità?

8 risposte

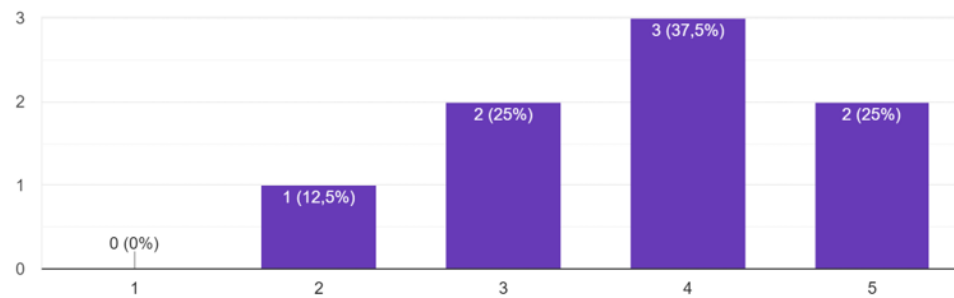


Figura 5.8: Risposte al questionario: domanda 8

Pensi che l'applicazione RocketHand possa aiutare a non abbandonare la terapia prima di averla conclusa?

8 risposte

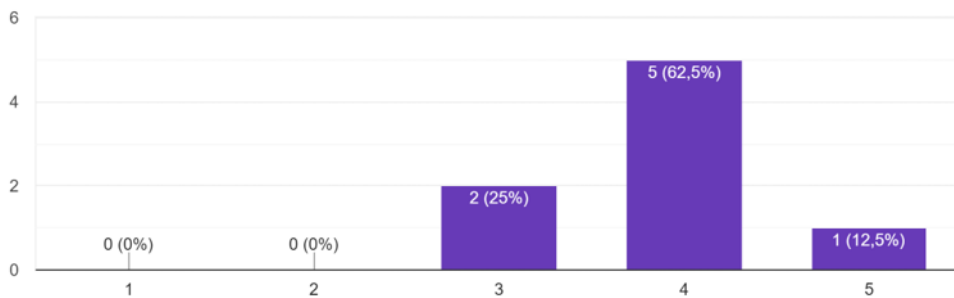


Figura 5.9: Risposte al questionario: domanda 9

**Domanda 10: Consigliaresti l'utilizzo dell'applicazione RocketHand a qualcuno nella tua stessa situazione?**

Questa domanda è stata posta per avere un'ulteriore conferma dell'idea dei pazienti sull'utilità dell'applicazione per la loro personale situazione.

È normale che un qualsiasi prodotto venga consigliato solo se ritenuto valido da chi lo ha già utilizzato, trovandolo utile al suo scopo, facile da usare e di personale gradimento.

La maggior parte dei pazienti intervistati (il 62,5%) ha affermato che consiglierebbe sicuramente l'utilizzo dell'applicazione RocketHand ad altri nella loro stessa situazione (figura 5.10). Questo dimostra, ancora una volta, un buon livello di gradimento di quanto i pazienti hanno potuto vedere ed utilizzare, nonché l'idea che abbiano riscontrato un'utilità nel processo di recupero per l'applicazione presentata.

Il restante 37,5% degli intervistati si è diviso in un 25% che afferma che in linea di massima consiglierebbe l'utilizzo dell'applicazione a qualcuno nella sua stessa situazione, e in un 12,5% che ha selezionato una risposta neutra.

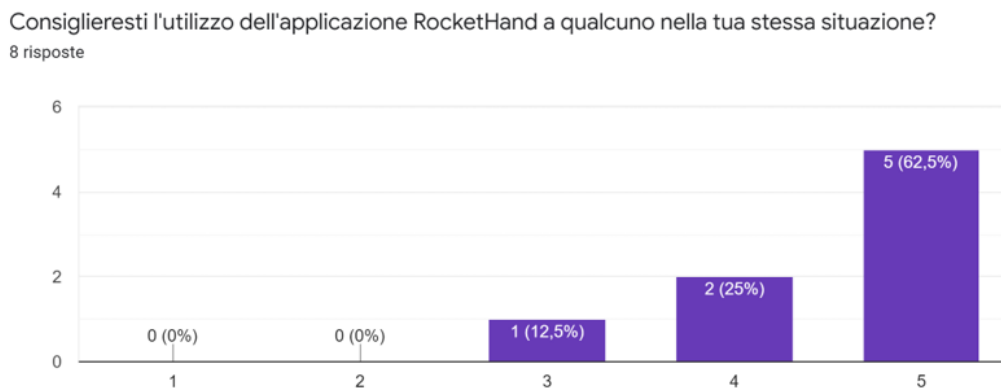


Figura 5.10: Risposte al questionario: domanda 10

**Domanda 11: Pensi che l'applicazione RocketHand sia semplice da usare?**

Tra le ultime domande, è stato chiesto, in linea di massima, se l'utilizzo dell'applicazione è risultato semplice o complesso. In questo modo è possibile, per un passaggio futuro, valutare di modificare alcuni aspetti dell'applicazione RocketHand in modo da renderli più intuitivi.



I pareri dei pazienti sono stati di nuovo discordanti: la maggior parte degli intervistati afferma che l'applicazione è semplice (37,5%) o molto semplice da usare (37,5%) ma questo non vale per il restante 25% degli intervistati. (figura 5.11).

Due pazienti, infatti, affermano che l'applicazione non è molto semplice da usare ma non forniscono, purtroppo, delle indicazioni su cosa abbia creato delle difficoltà e per un possibile miglioramento.

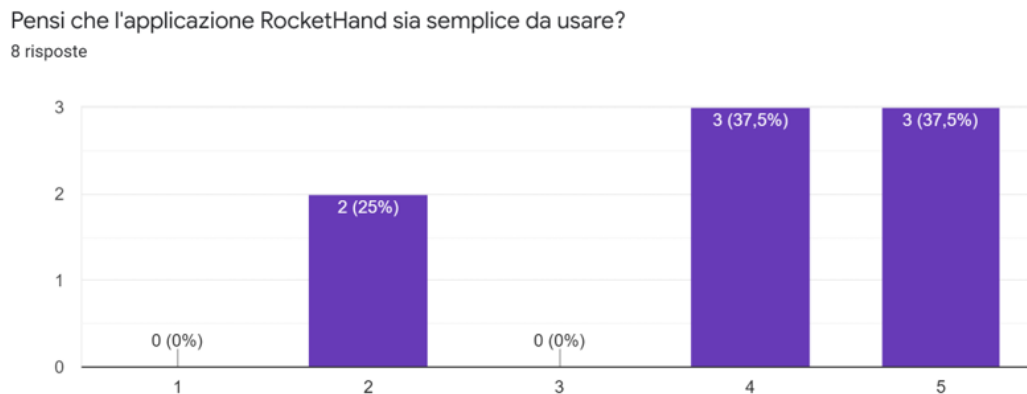


Figura 5.11: Risposte al questionario: domanda 11

### **Domanda 12: L'aspetto grafico dell'applicazione è di tuo gradimento?**

Per quanto riguarda l'aspetto grafico dell'applicazione, si è deciso di mantenerlo quanto più possibile semplice e pulito. Questo per evitare di inserire elementi che avrebbero potuto essere di disturbo durante l'esecuzione degli esercizi e per mantenere un allineamento con quelli che sono i richiami all'ambito medico.

È stato infatti scelto un colore tra il verde e l'azzurro come colore principale dell'applicazione, proprio perché in un sito o all'interno di un'applicazione in questo caso, rimanda alla sfera medica.

Questa scelta, come si può vedere dal grafico riportato in figura 5.12, è stata apprezzata dalla maggior parte degli intervistati. Il 75%, infatti, ha affermato che l'aspetto grafico dell'applicazione è stato molto apprezzato, il 12,5% sostiene che gli è piaciuto abbastanza e il 12,5% ha selezionato una risposta neutra.

L'aspetto grafico dell'applicazione è di tuo gradimento?

8 risposte

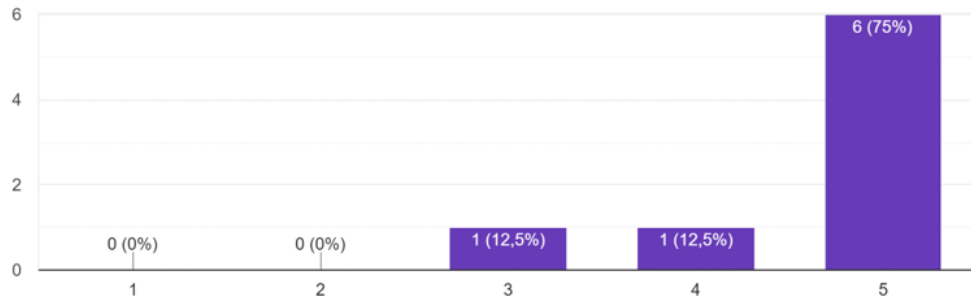


Figura 5.12: Risposte al questionario: domanda 12

**Domanda 13: Sulla base della tua esperienza, in generale preferiresti avere modo di svolgere parte degli esercizi per la riabilitazione con l'ausilio di un'applicazione o nel modo tradizionale?**

L'ultima domanda è stata posta chiedendo in maniera molto esplicita se, sulla base dell'esperienza vissuta, si preferirebbe avere a disposizione un'applicazione come quella di cui parla questa tesi per svolgere gli esercizi necessari alla terapia riabilitativa, o meno.

Le risposte si sono divise equamente (figura 5.13).

Sulla base della tua esperienza, in generale preferiresti avere modo di svolgere parte degli esercizi per la riabilitazione con l'ausilio di un'applicazione o nel modo tradizionale?

8 risposte

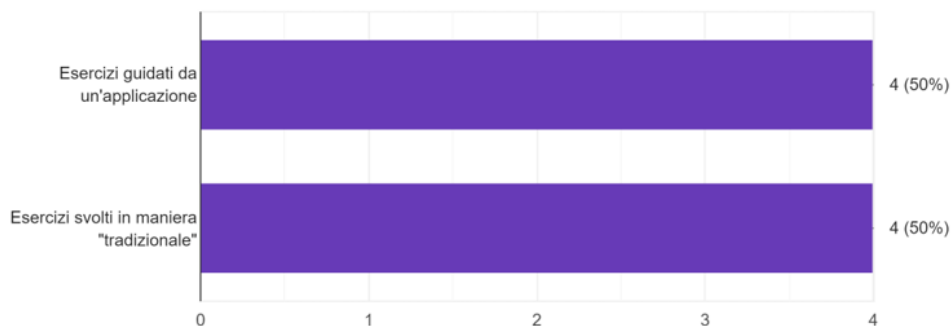


Figura 5.13: Risposte al questionario: domanda 13

In conclusione, è stato lasciato lo spazio ai pazienti di esprimere liberamente la loro opinione generale sull'applicazione RocketHand e per lasciare eventuali suggerimenti utili al miglioramento e allo sviluppo futuro del-

l'applicazione stessa.

L'opinione generale richiesta nella **Domanda 14: Qual è la tua opinione generale sull'applicazione RocketHand?** è tutto sommato positiva, la maggior parte degli intervistati è rimasto soddisfatto dall'esperienza, come si può vedere dalle risposte riportate in figura 5.14.

Segue, in figura 5.15, un suggerimento ricevuto in risposta alla **Domanda 15: Hai qualche suggerimento per migliorare l'applicazione?**, conclusiva del questionario.

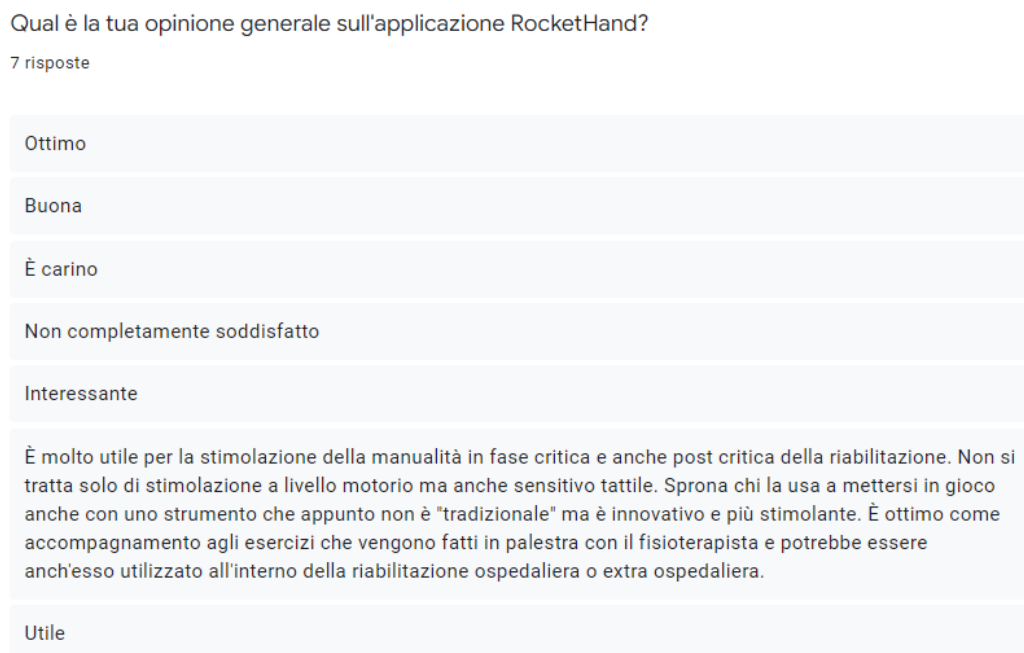


Figura 5.14: Risposte al questionario: domanda 14

È un ottimo punto di inizio. Avendo avuto riabilitazioni ad una mano è ottimo per incentivare a migliorarsi anche solo utilizzando il cellulare. Al giorno d'oggi tutti utilizziamo un cellulare e invece di controllare i social si possono spendere 10 minuti in modo costruttivo.

Figura 5.15: Risposte al questionario: domanda 15

### 5.3 L'opinione dei fisioterapisti

Come anticipato, dopo circa un mese di utilizzo dell'applicazione, ai fisioterapisti è stato chiesto un parere su ciò che avevano potuto vedere fino a

quel momento.

Grazie a questa richiesta, è stato possibile entrare in contatto con una tesista per il corso di Terapia Occupazionale dell'Università Cattolica del Sacro Cuore a Moncrivello, Stefania.

Lei sta utilizzando giornalmente l'applicazione RocketHand per lo sviluppo della sua tesi di laurea con l'obiettivo di verificare la validità di questa applicazione come strumento di supporto al recupero della mobilità e della riabilitazione della mano. Nello specifico, il progetto di questa tesi prevede di sottoporre ogni giorno gli esercizi forniti dall'applicazione RocketHand a dei pazienti presenti nella struttura riabilitativa "Casa di Cura Mons. Luigi Novarese". In questo caso, si tratta di pazienti con problemi di mobilità degli arti superiori causati da sclerosi multipla ed ictus.

Secondo questa ragazza, l'applicazione RocketHand può essere un valido strumento da associare alle normali sedute di fisioterapia. Se utilizzata tutti i giorni, può essere un aiuto concreto nel recupero della mobilità e della funzionalità delle mani e dei polsi, anche per pazienti con diagnosi differenti da quelle che lei sta trattando, ad esempio per pazienti affetti da artrite o che hanno bisogno di recuperare le funzionalità a seguito di incidenti.

Gli esercizi predisposti forniscono una comodità al paziente che, una volta appreso il corretto movimento da eseguire per ciascuno di essi, può continuare a svolgerli in completa autonomia.

Il suo parere è positivo anche per quanto riguarda la scelta del dispositivo da utilizzare: è un dispositivo utilizzato dalla maggior parte delle persone e quindi già conosciuto: le funzionalità di base sono note e non richiedono una lunga fase di apprendimento. Questo permette ai pazienti di iniziare subito con lo svolgimento degli esercizi, senza dover prima imparare ad utilizzare il dispositivo con cui andranno ad eseguirli.

La tesista segnala un paio di problemi che fanno notare un'instabilità dell'applicazione. L'esercizio "Tap Singolo" dovrebbe colorare, di volta in volta, una delle quattro colonne scelta in maniera casuale. Talvolta, viene segnalato, le colonne vengono colorate in maniera ordinata da sinistra a destra e da destra a sinistra, seguendo l'ordine che dovrebbe essere proprio

dell'esercizio "Tap in Scala".

I due esercizi sono effettivamente legati allo stesso *controller*, la classe che gestisce le variabili necessarie al funzionamento dell'esercizio, che andrà rivisto e stabilizzato.

La seconda segnalazione che viene fatta riguarda l'esercizio "Presa Tridigitale": era già noto che l'elaborazione del video prodotto eseguendo l'esercizio (ovvero la registrazione dello schermo su cui degli indicatori mostrano il movimento eseguito dalle dita nel tentativo di afferrare una penna appoggiata verticalmente sul dispositivo) richiedesse molto tempo ma viene segnalato il fatto che il tempo necessario sembri richiederne una quantità ancora maggiore. Questo nonostante la registrazione avvenga pressoché per lo stesso lasso di tempo.

Viene poi avanzata la richiesta di sviluppare un sistema di raccolta dati per gli esercizi che al momento non ne prevedono una e di rendere l'applicazione disponibile anche per dispositivi iOS.

Entrambe queste richieste si riferiscono a dei miglioramenti già previsti per il prossimo futuro.

Una seconda opinione è stata fornita da Sheila, una fisioterapista specializzata in terapia manuale e della mano che si occupa di riabilitazione presso una struttura di Forlì.

La sua opinione descrive un'applicazione semplice ed abbastanza intuitiva, sia per quanto riguarda l'interfaccia dedicata ai pazienti, sia per quanto riguarda quella dedicata ai fisioterapisti.

Specifica che, solitamente, il suo metodo prevede l'assegnazione di due, massimo tre esercizi specifici per ciascun paziente, sulla base della loro singole problematiche. Per questo tipo di approccio ritiene che gli esercizi "Equilibrio", nel quale viene richiesto di eseguire dei movimenti con il braccio mantenendo ferma la mano con il palmo rivolto verso l'alto, e "Polso", nel quale viene richiesto di eseguire dei movimenti rotatori del polso mantenendo gomito ed avambraccio appoggiati ad un tavolo in modo che la mano ed il polso restino sospesi oltre il bordo, possano essere utilizzati da un ampio bacino di pazienti, adattandosi facilmente.

Aggiunge poi che anche l'esercizio "Tap", che richiede di toccare di volta

in volta una o due delle colonne in cui viene suddiviso lo schermo, fornisce uno strumento per lavorare sulla coordinazione dei movimenti e sulla coordinazione mano-occhio.

Ritiene invece gli altri esercizi di scarso utilizzo per il suo *modus operandi*.

Anche questa fisioterapista suggerisce di estendere la disponibilità dell'applicazione anche ai dispositivi iOS.

Il terzo feedback ricevuto è quello di Ilaria, fisioterapista presso il suo studio privato di Fossano. I pazienti di cui si occupa sono reduci da interventi chirurgici che hanno in qualche modo intaccato la mobilità degli arti superiori, riducendone la funzionalità.

Il suo suggerimento è quello di circoscrivere il target dei pazienti a cui l'applicazione è dedicata, sulla base della condizione che li ha portati ad avere necessità di seguire sedute di riabilitazione. Questo, spiega, poiché per ogni tipologia di paziente, gli esercizi vengono raccomandati con modalità, frequenza di esecuzione e numero di ripetizioni differenti.

Ritiene comunque l'applicazione uno strumento di aiuto per i pazienti, soprattutto se arricchita di nuovi esercizi e di altri elementi di gioco, come l'inserimento di livelli da raggiungere per ogni esercizio, in modo da rendere il tutto più accattivante e spingere i pazienti ad utilizzare l'app con una maggiore frequenza.

## 5.4 Statistiche Firebase

La piattaforma Firebase utilizzata come back-end del progetto di cui parla questa tesi, mette a disposizione una serie di grafici che rappresentano le operazioni di lettura e scrittura eseguite sul database collegato all'applicazione stessa.

I due che seguono, rappresentano il numero di operazioni di lettura (figura 5.16) e di scrittura (figura 5.17) avvenute per l'applicazione RocketHand dal 08/03/2022 al 06/04/2022, ovvero il periodo di utilizzo da parte dei fisioterapisti e dei pazienti.



Figura 5.16: Operazioni di lettura del database

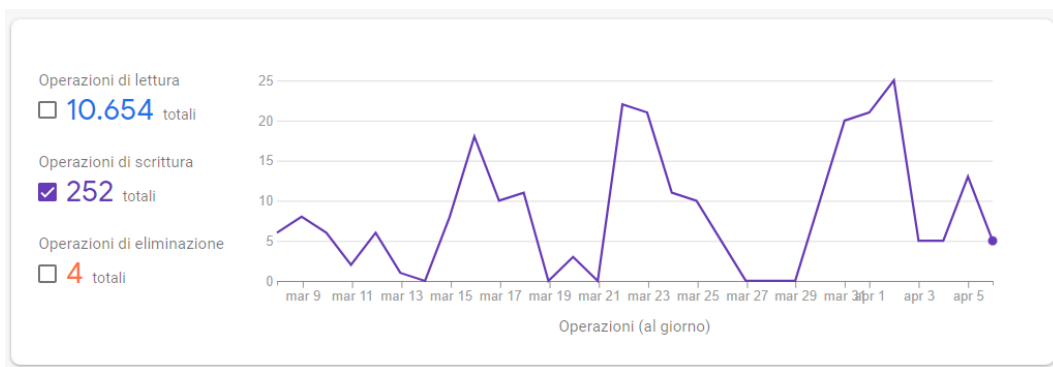


Figura 5.17: Operazioni di scrittura del database

Analizzando questi grafici, si può notare un buon numero di operazioni giornaliere. Sui trenta giorni rappresentati, la media delle operazioni di lettura del database (eseguite ad esempio durante l'accesso per recuperare i dati dell'utente e riconoscerlo o per visualizzare i risultati ottenuti in un determinato esercizio) è di 355,13. Ipotizzando che ciascun utente, paziente (quindici) o fisioterapista (tre), abbia utilizzato allo stesso modo l'applicazione, si ottengono circa 19 operazioni di lettura per ciascuno. Per quanto riguarda le operazioni di scrittura, avvenute principalmente nella fase di registrazione degli utenti e di salvataggio dei risultati ottenuti per gli esercizi, si ha un numero di operazioni giornaliere medio pari a 8,4. Considerando il numero limitato di partecipanti, dovuto anche al fatto che l'applicazione è stata resa disponibile solo per dispositivi Android, il risultato è comunque soddisfacente.





# Capitolo 6

## Conclusioni

Lo scopo che questo progetto di tesi si era preposto era quello di sviluppare un'applicazione che, tramite esercizi elaborati ad hoc, potesse diventare uno strumento di supporto e di aiuto a tutti coloro che hanno necessità di un percorso di riabilitazione della mobilità della mano.

L'intento era quello di elaborare questi esercizi in modo che potessero essere accattivanti e divertenti, così da rendere più piacevole il percorso di riabilitazione, spingendo i pazienti a completarlo nonostante possa dilungarsi nel tempo e risultare noioso.

Per fare questo, si è innanzitutto analizzato quello che è l'attuale stato dell'arte della riabilitazione, considerando che diverse cause possono portare a percorsi riabilitativi diversi in termini di esercizi necessari e di tempistiche per il recupero. La stessa analisi è stata fatta circa i concetti di gamification e di serious game, in quanto l'applicazione RocketHand appartiene a questo ambito. In particolare, si è fatto cenno a quelle che sono le definizioni di gamification e di serious game, mettendole a confronto: i due concetti, infatti, hanno molti aspetti in comune e la precisa distinzione tra questi è un argomento ancora dibattuto.

Si è poi passati all'analisi del framework utilizzato per lo sviluppo del progetto.

Essendo un framework cross platform, si è riportato il quadro generale delle caratteristiche di questa categoria di framework per poi parlare nello specifico di quello utilizzato: Flutter.

Di questo si è innanzitutto descritto il linguaggio utilizzato per poi passare ad una rapida panoramica dei pacchetti messi a disposizione ed utilizzati in questo progetto.

Successivamente sono stati riportati i passaggi seguiti per elaborare e realizzare gli esercizi dell'applicazione, dai primi incontri con i fisioterapisti, fino al risultato dello sviluppo. Nell'analisi si è fatto l'elenco di tutte le idee raccolte e poi, per ciascuna, è stata valutata la possibilità di realizzarla, elencando gli eventuali accorgimenti necessari. Ha seguito la descrizione del piano di azione definitivo e conclude il capitolo una raccolta di dati che mostrano i vari esercizi in esecuzione.

Nel capitolo 5 si è dedicato uno spazio alla descrizione dettagliata dei contributi forniti da ciascuno dei fisioterapisti interpellati, specificando chi ha contribuito nella prima fase di elaborazione degli esercizi e chi invece in quella conclusiva di test.

In seguito, sono state riportate le opinioni raccolte tra i pazienti che hanno accettato di provare l'applicazione RocketHand. A loro è stato dedicato un questionario le cui domande vertevano a capire quale fosse il loro livello di gradimento nei confronti dell'applicazione (sia in termini di semplicità d'uso che di aspetto grafico) e a comprendere la loro opinione sull'utilità che potrebbe avere RocketHand per loro e per altri pazienti nella loro stessa situazione.

Tutte le domande poste nel questionario sono state brevemente descritte nel capitolo e per ciascuna sono state riportate le risposte ricevute. Da queste emerge un quadro generale positivo che sottolinea la validità dello scopo finale del progetto di cui tratta questa tesi, dal punto di vista dei pazienti.

Questo quadro generale positivo è avvalorato dai feedback ricevuti da alcuni dei fisioterapisti che hanno collaborato. Le loro opinioni sono riportate nella sezione successiva a quella appena descritta e, in queste, si può riscontrare un accordo comune sul fatto che RocketHand possa essere uno strumento utile per il suo scopo di essere di supporto alla riabilitazione della mobilità e delle funzionalità della mano e del polso.

Conclude il capitolo una piccola sezione che riporta le statistiche fornite da Firebase riguardo le operazioni di lettura e scrittura avvenute nel database

durante il periodo in cui sono stati effettuati i test.

Queste statistiche, fornite sotto forma di grafici, mostrano un buon numero di operazioni eseguite giornalmente e presentano un buon livello di utilizzo dell'applicazione.

I risultati finali di cui sopra, seppur molto incoraggianti dal punto di vista dell'accettabilità e dell'usabilità dell'applicazione, non permettono però di comprendere se essa sia effettivamente un aiuto per il recupero della mobilità e delle funzionalità degli arti danneggiati dei pazienti. Il periodo di test e di raccolta dati, infatti, non è stato sufficientemente lungo per valutare dei reali miglioramenti nei pazienti. In poche settimane di utilizzo (una o due settimane) non è possibile indicare se vi è stato un incremento delle capacità motorie e sarà necessario proseguire con l'esecuzione giornaliera degli esercizi e la raccolta dati prima di poterne individuare.

Lo sviluppo di questo progetto, ad ogni modo, è stato fondamentale per una crescita personale. All'inizio, le capacità possedute a livello di sviluppo non erano sicuramente sufficienti per realizzare un'applicazione come RocketHand ed è stato necessario affrontare diverse sfide per riuscire infine nell'intento.

È stato necessario, infatti, imparare da zero diverse funzionalità tra cui il rilevare e gestire i dati ottenuti tramite i sensori di un dispositivo mobile, in particolare tramite l'accelerometro e il riconoscere la tipologia di utente all'accesso.

Tutti gli esercizi, ad ogni modo, hanno richiesto una fase di preparazione per acquisire le conoscenze necessarie al loro sviluppo.

Un esempio tra tutti può essere l'esercizio "Pizzico", per cui è stato necessario imparare a gestire oggetti *draggable*, trascinabili.

Un altro esempio può essere l'esercizio "Presca Tridigitale", per cui è stato necessario trovare un sistema per registrare quanto avviene sullo schermo del dispositivo per poi elaborarlo in un video che fosse possibile salvare nella memoria interna del cellulare.

Ancora, per l'esercizio "Tap" è stato necessario imparare a rilevare ed elaborare le *gesture*, i movimenti eseguiti dagli utenti sullo schermo.

Insomma, le conoscenze da acquisire a livello di sviluppo sono state

moltissime e fanno parte ora di un bagaglio culturale importante. Queste, insieme alle conoscenze rafforzate sui temi di gamification e serious game, già affrontati durante il percorso di studi ma ampliate ed approfondite al fine di realizzare il progetto di cui si è trattato in questa tesi.

Ma, oltre che a livello teorico e sul piano dello sviluppo, questo progetto ha permesso anche una crescita personale.

Il doversi interfacciare con professionisti di un ambito totalmente diverso e slegato da quello conosciuto, i fisioterapisti appunto, ha posto alcuni ostacoli che si sono dovuti superare, primo tra tutti il linguaggio tecnico proprio di uno e dell'altro ambito.

## 6.1 Future works

Nel prossimo futuro, l'idea è quella di continuare a mantenere il progetto RocketHand, ingrandendolo e migliorandolo a partire dai seguenti accorgimenti.

Il primo passo è quello di rendere disponibile l'applicazione anche per dispositivi iOS. Si tratterebbe di un'operazione semplice vista la scelta di utilizzare un framework cross-platform come Flutter per lo sviluppo.

In questo caso sarebbe infatti sufficiente registrare l'applicazione al database creato grazie a Firebase, seguendo una procedura simile a quella descritta nella sezione 3.3.

È poi prevista la pubblicazione sugli store per entrambe le versioni, Android e iOS. Questo appena si avrà la possibilità di usufruire di un account sviluppatore per queste piattaforme.

Nel frattempo, sarà possibile continuare con la valutazione della prima versione dell'applicazione, quella già disponibile ad alcuni fisioterapisti e pazienti. In questo modo si potranno cercare e valutare i progressi fatti dai pazienti, accertando la validità e l'utilità dell'applicazione RocketHand.

Successivamente, potranno essere aggiunti degli esercizi in aggiunta a quelli già disponibili.

Un primo esercizio, richiederà di posizionare lo smartphone sul palmo di una mano. Sullo schermo verranno visualizzati un percorso da seguire, magari per formare un disegno stilizzato o per uscire da un labirinto, ed un

puntatore che si muoverà sulla base dei dati rilevati dall'accelerometro del dispositivo. Sarà quindi richiesto al paziente di inclinare la mano in varie direzioni in modo da far sì che l'indicatore segua il percorso disegnato.

Un esercizio simile potrebbe nuovamente richiedere al paziente di posizionare lo smartphone sul palmo della mano e di inclinarla in varie direzioni. In questo caso però l'inclinazione del dispositivo farebbe muovere una pallina che dovrà raggiungere diversi bersagli disposti sullo schermo.

Un altro esercizio, già descritto nel capitolo 4, mostrerà vari pallini colorati sparsi sullo schermo. Lo smartphone andrà tenuto appoggiato su una superficie con orientamento *landscape*. L'obiettivo del paziente sarà quello di toccare uno dei pallini a seconda della richiesta che gli verrà fatta (il pallino più a destra, quello più a sinistra, il più grande, etc) in modo da sviluppare la coordinazione mano-occhio.

Altri due esercizi già descritti nel capitolo 4, richiederanno di tenere lo smartphone in mano, tenendo quest'ultima sollevata, il gomito appoggiato su un tavolo e l'avambraccio perpendicolare ad esso. Uno degli esercizi richiederà di piegare la mano in avanti, portando il palmo parallelo al tavolo su cui il gomito dovrà restare appoggiato; anche l'avambraccio dovrà mantenere la sua posizione perpendicolare alla superficie. L'altro esercizio richiederà invece di mantenere la posizione iniziale e di ruotare il polso attorno all'asse formato dall'avambraccio.

Infine, un esercizio richiederà di svolgere una partita a Tetris tenendo in mano il cellulare ed utilizzando il solo pollice. Anche questo esercizio è stato descritto nel capitolo 4.

In concomitanza con lo sviluppo di questi nuovi esercizi, sarà migliorata la raccolta dati già esistente.

Innanzitutto, sarà implementata una raccolta dati per gli esercizi che al momento non la prevedono, ossia l'esercizio "Equilibrio" e l'esercizio "Polso" e poi verranno aggiunti nuovi parametri per alcuni degli altri esercizi in modo da rendere più precisa la raccolta.

Ad esempio, verrà implementato un sistema di segnalazione e conteggio degli errori per le tre versioni dell'esercizio "Tap"; verrà anche implementato un sistema che possa calcolare il tempo di utilizzo attivo dell'applicazione da parte dei pazienti.

Successivamente, verrà realizzato un pacchetto ad hoc per migliorare le performance dell'esercizio "Presca Tridigitale". La registrazione e salvataggio del video previsti da questo esercizio non sono al momento efficienti: la seconda parte, quella di salvataggio, richiede infatti molto tempo, nonostante si limiti a pochi secondi la registrazione. Attualmente, non è disponibile un pacchetto che esegua efficientemente queste operazioni e va quindi creato da zero.

Un altro *future work* prevede l'implementazione di un sistema di notifiche push che ricordi ai pazienti, in orari prestabiliti, di svolgere i propri esercizi.

Un altro sistema di notifiche sarà realizzato per segnalare ai fisioterapisti eventuali nuovi risultati registrati dai pazienti. Questo, idealmente, con un sistema di icone da mostrare accanto al profilo di ciascun paziente (nella pagina dove ogni fisioterapista può vedere l'elenco dei propri pazienti registrati) e accanto al nome dell'esercizio per cui è disponibile il nuovo risultato nella pagina dove può essere selezionato.

Un'altra funzionalità al momento non disponibile è la registrazione come fisioterapista. Per questa prima versione dell'applicazione, gli account dei fisioterapisti che hanno dato disponibilità per testarla sono stati creati manualmente. L'attuale registrazione permette agli utenti di registrarsi solamente con il titolo di "paziente".

Infine, verranno aggiunti nuovi e diversi elementi di gioco che potranno migliorare l'esperienza degli utenti. Saranno aggiunte, ad esempio, delle animazioni nel momento in cui viene visualizzato il risultato ottenuto in un esercizio e magari un sistema di classifiche che tenga conto di questi stessi risultati, mettendoli a confronto con i propri ottenuti in precedenza. In questo modo sarà possibile vedere chiaramente i propri progressi.

# Appendice A

## Feedback dei fisioterapisti

Di seguito vengono riportati i feedback ricevuti dai fisioterapisti circa l'applicazione RocketHand di cui tratta questa tesi.

**Stefania, tirocinante presso "Casa di Cura Mons. Luigi Novarese", per il corso di laurea in terapia occupazionale presso l'università Cattolica del Sacro Cuore a Moncrivello**

*"Salve, sono Givone Stefania, studentessa del terzo anno di Terapia Occupazionale dell'Università di Moncrivello. Da oltre una settimana sto facendo provare l'applicazione a diversi pazienti, alcuni con diagnosi di sclerosi multipla, altri con ictus. Io, ad ogni paziente sto facendo svolgere gli esercizi tutti i giorni (tranne il weekend), e ritengo che questa applicazione, se usata tutti i giorni, possa essere uno strumento di aiuto per questo genere di pazienti, in quanto ritengo che possa aiutarli concretamente. Ritengo però che possa essere molto utile anche per pazienti con altre diagnosi, al fine di andare ad aiutarli nell'uso corretto dell'arto superiore. Dal momento che oggi giorno gran parte delle persone possiedono uno smartphone, il fatto che ci sia un'app contenente degli esercizi già predisposti, può essere utile e comoda da poter far utilizzare anche a pazienti ambulatoriali, così che, una volta spiegato e fatto vedere qual'è il modo corretto di svolgere gli esercizi, possano poi andarli a svolgere in autonomia a casa (in modo tale che vengano svolti tutti i giorni). A tal proposito, chiederei di poter rendere disponibi-*

*le l'applicazione, anche per cellulari iOS, così che anche i pazienti con iPhone possano accedere all'app in modo da svolgere gli esercizi in autonomia dal proprio telefono. Chiederei inoltre di la possibilità di inserire una raccolta dati per quanto riguarda gli esercizi di equilibrio e quelli relativi ai movimenti del polso. Da Ieri mattina però, sono sorti alcuni problemi per quanto riguarda l'applicazione: - nell'esercizio del "tap singolo", le colonne colorate, non comparivano più in ordine casuale, ma nello stesso ordine del "Tap in scala" e quindi si coloravano da sinistra verso destra e questo ha fatto sì che il paziente pensasse di rifare da capo l'esercizio. -Un altro problema è nel caricamento del video per quanto riguarda la presa tridigitale, in quanto è sempre più lento il salvataggio del video, nonostante la durata del video sia pressoché la stessa. Attualmente sto utilizzando questa applicazione per condurre la mia tesi di laurea, la quale consiste nel somministrare (tutti i giorni) gli esercizi presenti sull'applicazione, ai pazienti presenti nella struttura riabilitativa in cui sto effettuando il tirocinio; gli esercizi li sto facendo svolgere tutti i giorni, così da evidenziare giorno per giorno l'andamento nello svolgimento degli esercizi. Al termine della degenza di ogni paziente, andrò a vedere qual'è stato il punteggio iniziale e quale quello finale, in modo da valutare se ci sono stati dei miglioramenti nell'esecuzione degli esercizi, o meno. L'obiettivo finale è quello di valutare se questa applicazione potrà essere usata come strumento di valutazione della destrezza manuale, così come già fanno altri test in uso."*

**Sheila, fisioterapista specializzata in terapia manuale e della mano presso la clinica "Obiettivo Benessere" si Forlì**

*"L'applicazione è di semplice utilizzo e sufficientemente intuitiva anche per i pazienti. Purtroppo essendo limitata la possibilità di utilizzo ai soli android non ho potuto reclutare pazienti sufficienti. L'altro motivo per il quale il reclutamento è stato scarso è la tipologia di esercizi."*



*Tendenzialmente l'aderenza al trattamento domiciliare è maggiore quando si consegnano 2-3 esercizi ripetuti nell'arco della giornata, la scelta verte quindi su qualcosa di più specifico per le singole problematiche del pz.*

*Personalmente credo che alcuni esercizi possano trovare una più ampia applicazione, nello specifico: equilibrio e polso possono adattarsi ad un pubblico ampio, e tap è ottimo per un lavoro iniziale sulla coordinazione.*

*Gli altri esercizi per il mio modus operandi non sono particolarmente efficaci e quindi, da parte mia, di scarso utilizzo nella pratica, proprio per la necessità di scegliere pochi esercizi ma ben mirati."*

### **Ilaria, fisioterapista presso Fossano**

*"Ciao Eleonora, innanzitutto grazie per il tuo progetto. E' molto importante che professionisti con competenze diverse collaborino tra di loro. La tua mission è molto ambiziosa e nobile quindi spero innanzitutto tu ne sia soddisfatta.*

*Ritengo che l'applicazione possa essere uno strumento di aiuto implementando qualche esercizio in più oppure dei livelli che il paziente deve e può raggiungere al fine di aumentare l'engagement. I miei pazienti nello specifico hanno subito interventi chirurgici ortopedici con conseguenti impairment, che sono però diversi da impairment neurologici che invece deduco abbia la tua amica. Questa precisazione per dire che le proposte terapeutiche a mio avviso sono diverse. I pazienti ortopedici solitamente hanno un recupero più veloce per cui dopo un po' che fanno l'esercizio e raggiungono il livello mollano, mentre chi ha problematiche neurologiche deve mantenere ciò che ha riacquisito con fatica. Gli esercizi forse possono essere simili, ma la posologia e le modalità di somministrazione sono completamente diverse. Il mio consiglio quindi sarebbe di definire meglio il target di popolazione per cui questa applicazione vuole essere utile.*

*Potrebbe essere usata tutti i giorni, ma non credo lo farebbero."*



# Riferimenti bibliografici e sitografici

- [1] Gamification: State of the Art Definition and Utilization, Fabian Groh, Ulm University, Institute of Media Informatics
- [2] <http://gamithing.altervista.org/serious-games-vs-gamification/>
- [3] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815009337>
- [4] <https://www.dataalytics.it/gamification-vs-serious-games/>
- [5] <https://fold.it/portal/>
- [6] <https://www.gamification.it/senza-categoria/gamification-o-serious-game-punti-di-incontro-e-diversita/#more-1688>
- [7] <https://link.springer.com/article/10.1007/s10055-010-0177-3#Sec2>
- [8] <http://gambit.mit.edu/loadgame/phantomation.php>
- [9] <https://tingate.it/lifestyle/green/videogiochi-sullo-sviluppo-sostenibile-e-sull-ambiente.vum>
- [10] <https://www.paidea.it/impariamo-a-rispettare-lambiente-con-i-videogiochi/>
- [11] <https://rehand.net/it/inizio/>

- [12] DroidGlove: An Android-Based Application for Wrist Rehabilitation, Dario Deponi, Dario Maggiorini, Dipartimento di Informatica e Comunicazione, Università degli Studi di Milano, Claudio E. Palazzi, Dipartimento di Matematica Pura e Applicata Università degli Studi di Padova
- [13] <https://elearning.unipd.it/math/course/view.php?id=611>
- [14] R. Raj, S. Tolety. A study on approaches to build cross-platform mobile applications and criteria to select appropriate approach. In INDICON 2012, p. 625-629
- [15] W. S. El-Kassas, B. A. Abdullah, A. H. Yousef, A. M. Wahba. Taxonomy of Cross-Platform Mobile Applications Development Approaches. Ain Shams Engineering Journal, Volume 8, Issue 2, 2017, p. 163-190
- [16] <https://flutter.dev/>
- [17] [https://pub.dev/packages/flutter\\_carplay](https://pub.dev/packages/flutter_carplay)
- [18] <https://pub.dev/packages/get>
- [19] <https://firebase.google.com/>
- [20] <https://pub.dev/>
- [21] Marczewski, A. (2015). Game Thinking. Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification, Game Thinking and Motivational Design (1st ed., pp. 15). CreateSpace Independent Publishing Platform
- [22] Marczewski, Andrzej. Gamification: a simple introduction. Andrzej Marczewski, 2013.
- [23] DETERDING, S., DIXON, D., KHALED, R., AND NACKE, L. From game design elements to gamefulness: defining gamification. In Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments (2011), ACM, pp. 9-15.
- [24] <https://www.datalytics.it/gamification-vs-serious-games/>

- [25] Smartphone's Physiatic Serious Game, Dario Deponti, Dario Maggiorini, Dipartimento di Informatica e Comunicazione, Università degli Studi di Milano, Claudio E. Palazzi, Dipartimento di Matematica Pura e Applicata Università degli Studi di Padova
- [26] [https://www.ansa.it/pressrelease/lifestyle/2020/11/30/italia-piu-smartphone-che-abitanti-il-panorama-digitale-2020\\_f8f9d1a2-3895-4f87-b9fc-6af8ddaf5c48.html](https://www.ansa.it/pressrelease/lifestyle/2020/11/30/italia-piu-smartphone-che-abitanti-il-panorama-digitale-2020_f8f9d1a2-3895-4f87-b9fc-6af8ddaf5c48.html)
- [27] <https://www.cdi.it/visite-ed-esami/fisioterapia-e-riabilitazione/fisiokinesiterapia/riabilitazione-della-mano/>
- [28] <https://www.rctherapy.it/terapie/riabilitazione-specialistica/mano/>
- [29] [https://www.fisiomano.com/riabilitazione-2/la-riabilitazione\\_della\\_mano-3.php](https://www.fisiomano.com/riabilitazione-2/la-riabilitazione_della_mano-3.php)
- [30] <https://www.riabilitapadova.it/prestazioni-servizi/riabilitazione-della-mano-e-dellarto-superiore>
- [31] [https://it.wikipedia.org/wiki/Terapia\\_occupazionale](https://it.wikipedia.org/wiki/Terapia_occupazionale)
- [32] <https://it.wikipedia.org/wiki/Fisioterapia>
- [33] INNOCENZI S. Il gioco di apprendere: l'uso della Gamification per ingaggiare i soggetti nel contesto e-Learning, Università politecnica delle Marche
- [34] <https://www.gamified.uk/gamification-framework/differences-between-gamification-and-games/#:~:text=I%20define%20game%20thinking%20in,thinking%20about%20this%20a%20lot.>
- [35] <https://amyjokim.medium.com/game-thinking-explained-fa6da3e8debb>
- [36] Serious Games Effects: An Overview Hans W.Giessen Universität des Saarlandes, Information Science, Gebäude C5.2, R. 106.1, D-66041 Saarbrücken, Germany
- [37] <https://www.growthengineering.co.uk/the-neuroscience-of-gamification-in-online-learning/>

- [38] Serious Games – An Overview Tarja Susi (tarja.susi@his.se) Mikael Johannesson (mikael.johannesson@his.se) Per Backlund (per.backlund@his.se)
- [39] Serious Games: Foundations, Concepts and Practice, Ralf Dörner, Stefan Göbel, Wolfgang Effelsberg, Josef Wiemeyer
- [40] Djaouti, D., Alvarez, J., Jessel, JP., Rampnoux, O. (2011). Origins of Serious Games. In: Ma, M., Oikonomou, A., Jain, L. (eds) Serious Games and Edutainment Applications. Springer, London
- [41] <https://wistia.com/learn/marketing/the-science-behind-gamification>
- [42] Fedwa Laamarti, Mohamad Eid, and Abdulmotaleb El Saddik. 2014. An overview of serious games. Int. J. Comput. Games Technol. 2014, Article 11 (January 2014)
- [43] Schuurman P. A Game of Contexts: Prussian-German Professional Wargames and the Leadership Concept of Mission Tactics 1870–1880. War in History. 2021;28(3):504–524.
- [44] <https://en.wikipedia.org/wiki/Kriegsspiel>
- [45] <https://seriousgames.uia.no/what-are-serious-games/>
- [46] Clark C. Abt, Serious Games (1970)
- [47] ZYDA, M. Fromvisual simulation to virtual reality to games
- [48] <https://it.factowiki.com/914799-mason-pfizer-monkey-virus-packaging-ZECWFN#:~:text=Nel%202011%2C%20i,di%20M%2DPMV>
- [49] Gilski M, Kazmierczyk M, Krzywda S, Záborská H, Cooper S, Popović Z, Khatib F, DiMaio F, Thompson J, Baker D, Pichová I, Jaskolski M. High-resolution structure of a retroviral protease folded as a monomer. Acta Crystallogr D Biol Crystallogr. 2011 Nov
- [50] <https://oggiscienza.it/2011/09/19/aids-giocando-si-impara/index.html>
- [51] [https://foldit.fandom.com/wiki/Mason-Pfizer\\_Monkey\\_Virus](https://foldit.fandom.com/wiki/Mason-Pfizer_Monkey_Virus)

- [52] Hans W. Giessen, Serious Games Effects: An Overview, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 174, 2015,
- [53] [https://en.wikipedia.org/wiki/State\\_management](https://en.wikipedia.org/wiki/State_management)
- [54] <https://www.geeksforgeeks.org/firebase-introduction/>
- [55] [https://www.youtube.com/watch?v=rI7bwmMOuXE&t=3s&ab\\_channel=CodeX](https://www.youtube.com/watch?v=rI7bwmMOuXE&t=3s&ab_channel=CodeX)
- [56] <https://www.mongodb.com/it-it/nosql-explained>
- [57] <https://www.gamefulbits.com/2017/01/26/gamification-vs-gameful-design-matter/>
- [58] <https://firebase.google.com/docs>
- [59] [https://github.com/jonataslaw/getx/tree/master/documentation/en\\_US](https://github.com/jonataslaw/getx/tree/master/documentation/en_US)