

ALMA MATER STUDIORUM · UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI

Corso di Laurea Triennale in Informatica

mHealth
Analisi e sviluppo delle tecnologie
applicative al giorno d'oggi

Tesi di Laurea in Architettura degli Elaboratori

Relatore:
Chiar.mo Prof.
Vittorio Ghini

Presentata da:
Luca Giuliano

Sessione 1
2011-2012

Indice

1	Introduzione	7
2	Che cosa è mHealth?	11
2.1	Definizione di mHealth	11
2.2	Le richieste più comuni	14
3	Le applicazioni	19
3.1	Introduzione sulle applicazioni	19
3.2	Applicazioni Proprietarie	21
3.2.1	AirStrip	21
3.2.2	ICS-XPREZZ	29
3.2.3	VitaDock	35
3.3	Applicazioni Open Source	38
3.3.1	eMOCHA	38
3.3.2	CodeBlue	43
4	Caso di studio: Moca	45
4.1	Cos'è Moca e come funziona	45
4.2	Utilizzo di Moca	50
5	Conclusioni	61
	Bibliografia	65

Elenco delle figure

3.1	La figura rappresenta una tabella comparativa riguardo alle diversità tra mobile access e remote access	22
3.2	Schermata di selezione dei pazienti nell'applicazione AirStrip OB . . .	27
3.3	Schermata di visualizzazione dei dati nell'applicazione AirStrip OB	27
3.4	Schermata di elenco dei segni vitali nell'applicazione AirStrip Patient Monitoring	28
3.5	Schermata di visualizzazione dei segni vitali nell'applicazione AirStrip Patient Monitoring	28
3.6	Schermata di selezione dei pazienti nell'applicazione AirStrip Cardiology	29
3.7	Schermata di visualizzazione dei dati nell'applicazione AirStrip Cardiology	29
3.8	Schermata iniziale dell'applicazione ICS Xprezz	32
3.9	Schermata di connessione dell'applicazione ICS Xprezz	32
3.10	Schermata di selezione dei pazienti dell'applicazione ICS Xprezz . . .	34
3.11	Schermata di visualizzazione dei dati dell'applicazione ICS Xprezz . . .	34
3.12	Schermata di visualizzazione dei dati dell'applicazione ICS Xprezz . . .	34
3.13	Schermata di visualizzazione dei dati dell'applicazione ICS Xprezz . . .	34
3.14	La figura descrive i passaggi per la misurazione dei valori glicemici del paziente nell'applicazione VitaDock	35
3.15	Schermata iniziale dell'applicazione VitaDock	37
3.16	Schermata di inserimento manuale dei dati nell'applicazione VitaDock	37
3.17	Selezione del paziente nell'applicazione eMOCHA	41
3.18	Visualizzazione di un video nell'applicazione eMOCHA	41

4.1	Selezione di login di OpenMRS	53
4.2	Schermata di amministrazione di OpenMRS	53
4.3	Schermata iniziale dell'applicazione Moca	58
4.4	Schermata di selezione della procedura dell'applicazione Moca	58
4.5	Schermata di visualizzazione di un paziente mediante ID nell'applicazione Moca	59
4.6	Schermata di inserimento immagini nell'applicazione Moca	59
4.7	Selezione di login di OpenMRS	60
4.8	Schermata di amministrazione di OpenMRS	60

Capitolo 1

Introduzione

Lo sviluppo di nuove tecnologie e di nuove scienze al giorno d'oggi attualmente muove e stimola il nostro mondo in molteplici direzioni. Ad'oggi la tecnologia, che sia di tipo software o di tipo hardware, che sia tangibile o semplicemente un flusso di informazioni e dati, ci circonda nella vita di tutti i giorni. Di fatto non si può parlare di rivoluzione digitale, poiché questa rivoluzione è in continuo mutamento ed evoluzione.

Nell'ultimo decennio si è sviluppato il concetto di dispositivo mobile, un dispositivo portatile ovunque utilizzabile con funzionalità avanzate. Questa fascia di dispositivi permette l'esecuzione di diverse attività, dall'organizzazione della vita quotidiana alla semplice comunicazione con persone attraverso mezzi di messaggistica (SMS, email, ecc.), fino alla più recente interazione sociale attraverso i siti di Social Network. In passato i dispositivi dotati di queste funzionalità erano i PDA (Personal Digital Assistant), tuttavia questi ultimi sono stati sostituiti da dispositivi più evoluti, che prendono il nome di *Smartphone*, i quali estendono il concetto base di cellulare con funzioni che vanno oltre la semplice comunicazione telefonica. Lo smartphone consente l'impiego di funzionalità avanzate, come l'utilizzo di comunicazioni WiFi, comunicazioni 3G tramite modulo GSM, possibilità di interfacciamento con dispositivi esterni (p.e. Bluetooth o IRDA), gestione di processi multitask, comunicazione tra dispositivi dello stesso tipo o che usufruiscono degli standard di navigazione web. Una delle novità più interessanti è dovuta alla possibilità di sviluppare delle applicazioni, dette App, le quali possono essere

eseguite come vere e proprie applicazioni all'interno del telefono. Questo è dovuto soprattutto al successo dei nuovi sistemi operativi, progettati appositamente per questo tipo di dispositivi. Tra i più utilizzati si presentano **Android** e **iOS**, i quali sono stati progettati rispettivamente da Google ed Apple. Questi nuovi S.O. consistono in sistemi che presentano tutti i vantaggi elencati precedentemente e, oltre a queste peculiarità, si ha l'opportunità di implementare delle App apposite per i suddetti sistemi. Il sistema Android offre un maggior range di dispositivi atti all'utilizzazione delle sopracitate App, poiché presente su molti smartphone di marche diverse, mentre iOS 5 è presente solo su dispositivi Apple quali iPhone, iPad ed iPod Touch. Le diverse case di produttrici offrono anche degli strumenti per sviluppatori molto avanzati, oltre a delle API molto vaste, che possono essere utilizzati per poter sviluppare le App più disparate: Giochi, Utility per il dispositivo, Strumenti per la produttività, Editor di testo avanzati, etc.

Nell'ultimo anno si è diffuso anche un nuovo tipo di dispositivo: il *Tablet*. I tablet offrono una esperienza di utilizzo costituente una via di mezzo tra PC e Smartphone. Essi possono essere utilizzati a mezzo di penne apposite o, più comunemente, le dita, operando manualmente nei loro ampi schermi touchscreen. I tablet più utilizzati ed in commercio sono quelli prodotti dalla Apple, chiamati iPad, e da altre case di produzione come HTC, ASUS e Samsung. Questi ultimi montano il sistema operativo Android nella versione tablet, chiamato Honeycomb, e nella nuova versione sia per tablet che per smartphone, chiamata IceCream Sandwich. I tablet offrono anch'essi una vasta gamma di applicazioni, che può eguagliare quella degli smartphone e consente anche una estensione di esse per una esperienza d'utilizzo piacevole ed allo stesso tempo funzionale. Queste tecnologie possono essere utilizzate e a loro volta rimodellate per un utilizzo quotidiano, in modo da agevolare e semplificare le incombenze quotidiane. In particolare è possibile utilizzare questa moltitudine di dispositivi in campo medico.

Questa tesi tratterà della panoramica delle tecnologie attuali e soprattutto delle applicazioni per dispositivi mobili atte ad un utilizzo in campo medico. Questo tipo di applicazioni e sviluppo di dispositivi prendono il nome di *mHealth* o *mobile Health*. La tesi si articolerà con una definizione e panoramica del mondo del

mHealth, delle esigenze dei medici e delle richieste da parte degli utenti, proseguendo successivamente con una rassegna delle applicazioni e tecnologie più funzionali alle esigenze mediche. Si suddivideranno le applicazioni in due grandi categorie: applicazioni *open-source*, le quali hanno notevoli vantaggi sia per utilizzo che per i fini della ricerca, e applicazioni *proprietarie*, costituenti la maggioranza e per le quali viene fornito un supporto da parte dell'azienda. Per ogni applicazione sarà delineata una panoramica della stessa, dell'utilizzo e del campo medico in cui può essere adoperata. Successivamente verrà esaminato un caso di studio, consistente nell'utilizzo effettivo dell'applicazione sia sul versante mobile/client che su quello server. Di seguito le conclusioni.

La finalità della tesi è quella di definire il concetto di mHealth, di fornire una panoramica attuale delle applicazioni, nonché della tipologia di tecnologie utilizzate ed offerte dal mercato nel settore specifico. La tesi è il risultato dello studio condotto con il mio collega Davide Dello Preite, con il quale ci siamo addentrati nel mondo del mHealth per poter relazionare varie applicazioni e sensori al sistema ABPS.

Capitolo 2

Che cosa è mHealth?

2.1 Definizione di mHealth

«mHealth è un termine usato nella pratica della medicina e della salute pubblica, supportata da dispositivi mobili. Il termine è più comunemente usato riferendosi all'uso di dispositivi di comunicazione mobile come PDA e telefoni cellulari per health services e informazioni. Le applicazioni mHealth includono l'uso di dispositivi mobili per la raccolta dati clinici in una comunità, trasmissione informazioni sulla salute al personale medico o a ricercatori o a pazienti, monitoraggio in tempo reale dei segni vitali del paziente e una visita medica diretta» [1]. La sopradelineata definizione rappresenta la formale rappresentazione di mHealth, ma il concetto è estensibile a svariate tipologie di applicazioni.

Nella definizione di mHealth si ricomprendono tutte quelle tecnologie in campo mobile che possono essere utilizzate in campo medico. Con questo si può notare come i dispositivi che sono stati introdotti precedentemente possono essere modellati e sviluppati in base ad una esigenza puramente medica o, molto più semplicemente, di uso comune, in modo da poter migliorare la quotidianità delle persone.

L'intento è quello di fornire degli strumenti tecnologici portatili e utilizzabili con connessioni mobili in modo da agevolare l'attività medica e di fornire supporto al paziente. Quindi si intende sviluppare concetti, applicazioni e strumenti di quotidiano utilizzo per il professionista ed aventi una fruizione digitale. Un esempio paradigmatico e molto usato che chiarisce come mHealth possa agevolare la pro-

fessione medica consiste nella *cartella clinica digitale*, cioè la digitalizzazione di una cartella clinica e la possibilità di visualizzare, modificare e reperire il predetto documento da parte del medico con l'utilizzo di uno dei dispositivi mobili, quali smartphone e tablet. L'utilizzo della cartella digitale agevolerebbe il lavoro del medico con un conseguente aumento della produttività e la conseguente possibilità di poter reperire o inviare dati clinici ovunque esso si trovi, utilizzando le connessioni ad internet che il dispositivo fornisce. Questo concetto può essere realizzato, per esempio, attraverso una apposita applicazione scritta per un sistema operativo per dispositivi mobili ed una infrastruttura informatica costituita da server per la raccolta e reperibilità dei dati. Un altro esempio molto utile per capire le potenzialità del mHealth consiste nella possibilità di poter, tramite uno smartphone o tablet, di acquisire immagini o dati attraverso il dispositivo, ovvero con l'interfacciamento dello smatphone con altri dispositivi (p.e. Sensori inseriti nel corpo del paziente che sono interfacciati tramite connessione bluetooth), in tempo reale e di consentire l'invio i dati raccolti al medico. Così facendo il professionista può fornire, sempre in tempo reale, una diagnosi e la cura in relazione alla patologia accusata dal paziente, oppure, nel caso pervenissero dati che minano la salute del paziente, allertare un ospedale o il pronto soccorso.

Uno scenario di utilizzo dell'applicazione descritta precedentemente può essere il seguente: un paziente ha dei sensori che registrano la frequenza del battito cardiaco in tempo reale, interfacciati con uno smartphone tramite una connessione bluetooth, e in un determinato momento la frequenza cardiaca aumenta al di sopra dei "livelli di guardia"; delineata questa fattispecie, l'applicazione che sta monitorando i segnali ricevuti invia una comunicazione, tramite mail o sms o una chiamata preregistrata, al medico curante, questi riceve i dati e fornisce una diagnosi che poi viene inviata allo smartphone del paziente il quale segue la cura. La precedente esemplificazione chiarisce esaustivamente circa la realizzazione di una applicazione ricompensa nel concetto di mHealth, poichè rispecchia il potenziale che la tecnologia può fornire nel campo medico.

Tuttavia rientrano nella gamma mHealth anche le applicazioni che vengono usate da utenti non ricompresi propriamente nella categorie mediche sopra rappresentate.

Un esempio molto comune è l'utilizzo delle applicazioni che funzionano da cardiofrequenzimetro o delle applicazioni aventi funzioni di conta calorie e contapassi. L'applicazione, con dispositivo allegato, della Nike è un esempio di applicazione descritta, la quale, in collaborazione con la Apple, consente tramite l'interfacciamento con un dispositivo attaccato ad un iPod o un iPhone, di comunicare in tempo reale distanza, passo e calorie bruciate durante la corsa. Al termine della corsa è anche possibile sincronizzare i dati raccolti con il sito Nike in modo da poter confrontare le proprie prestazioni con gli altri utenti. Questa applicazione semplice è molto utilizzata da parte degli utenti ed anche molto utile per poter calcolare lo sforzo fisico da parte dei medesimi (nella fattispecie atleta) e di poter anche condividere con il proprio medico i dati raccolti. Un'altra applicazione facilmente fruibile è *Instant Hearth* della **Azumio inc.** «*Instant Heart Rate è la più precisa Heart Rate Monitor App per qualsiasi smartphone e non ha bisogno di alcun hardware esterno. Usato per ottimizzare l'allenamento e per tenere traccia dei progressi. Installala adesso pe tenerti in forma. La precisione è costantemente testata da preparatori atletici, infermieri, medici, EMT e 5 milioni di utenti come te*»[2]. Questa applicazione, con l'utilizzo della sola fotocamera e del flash ad essa associata nel cellulare, riesce a dare in tempo reale la frequenza cardiaca della persona che la utilizza. L'applicazione, come dice la descrizione dallo store *Google Play*, non ha bisogno di un hardware esterno per poter misurare la frequenza cardiaca e può essere usata da qualsiasi persona in qualsiasi contesto. L'Azumio vanta la creazione di applicazioni atte a benessere della persona, che aiutano nella vita quotidiana poiché lo sviluppo di queste applicazioni multipiattaforma è seguita da un team di ricercatori e di collaborazioni con degli enti prestigiosi, come la *Stanford University* e *l'University of California, San Francisco*.

In tutto questo spicca un particolare: la fruizione dei dati in modo digitale e su dispositivi mobili di uso comune. Questo infatti è l'aspetto che differenzia mHealth da *eHealth*, il quale è un concetto più generale della pratica del healthcare attraverso dei supporti informatici. Infatti la limitazione del eHealth è l'impossibilità di acquisire, immagazzinare, trasferire e visualizzare i dati di un paziente su dei dispositivi portatili o su strumenti digitali portatili. D'altra parte il punto forza

del mHealth sta proprio nella possibilità di fornire, immagazzinare e reperire i dati medici ovunque ci si trovi, purché provvisti di un dispositivo connesso ad internet o che abbia un tipo di comunicazione mobile. Nel prossimo capitolo si parlerà delle applicazioni prese in considerazione in questa tesi per poter spiegare al meglio le potenzialità e lo stato attuale del mondo del mHealth.

2.2 Le richieste più comuni

Come detto sinora il mHealth ricopre una parte importante nella quotidianità, sia dal lato del medico che dal lato dell'utente/paziente. Quindi ci si trova ad affrontare richieste diverse da parte degli utenti. Analizziamo le varie categorie di richieste partendo dai medici per poi arrivare a quelle degli utenti.

Quando un medico utilizza le applicazioni in campo mHealth, cerca sempre di potersi rapportare con la tecnologia in modo da agevolare il suo lavoro. Quindi molte volte un medico richiede che gli strumenti quotidiani, come le macchine per gli elettrocardiogrammi oppure semplicemente i prontuari dei farmaci e le cartelle cliniche, possano essere reperiti digitalmente e di poter utilizzare questi strumenti in modo semplice ed intuitivo.

Infatti recentemente i medici hanno sviluppato una certa confidenza con i mezzi tecnologici e la maggior parte dei medici negli ultimi anni utilizzano un PC per poter reperire o immagazzinare le informazioni riguardo ad un paziente. Questa evoluzione informatica del lavoro del medico è sfociata anche nell'utilizzo di internet per poter fornire anche delle consulenze online attraverso forum appositi. Per esempio il sito medicinaitalia.it fornisce delle consulenze online da parte di medici e specialisti in ogni campo della medicina. Il sito funziona come un forum, dove un utente può registrarsi e poi postare un problema medico che lo colpisce, conseguentemente ricevere le risposte dai medici che possono formulare la loro personale diagnosi. Questo, come molti altri siti, denota come l'approccio dei medici verso le nuove tecnologie stia cambiando e convergendo in un utilizzo sempre maggiore. Molti medici quindi si ritrovano ad usare le nuove tecnologie nella vita quotidiana. Si noti come al giorno d'oggi la stragrande maggioranza dei medici di famiglia

usano delle cartelle cliniche digitali per tenere aggiornata la storia del paziente che viene seguito, in modo da poter reperire più velocemente informazioni riguardanti lo stesso. Dal sito del Ministero della Salute Pubblica emerge come si utilizzi una forma digitalizzata della cartella clinica del paziente, detto **Fascicolo sanitario elettronico**. Questo strumento permette di tenere traccia di tutte le patologie del paziente sin dalla prima anamnesi, come cronologia storica delle patologie del paziente. «[...] il Fascicolo Sanitario Elettronico (“FSE”), inteso come insieme di dati e documenti digitali di tipo sanitario e sociosanitario generati da eventi clinici presenti e trascorsi, riguardanti l’assistito, che ha come scopo principale quello di agevolare l’assistenza al paziente, offrire un servizio che può facilitare l’integrazione delle diverse competenze professionali, fornire una base informativa consistente, contribuendo al miglioramento di tutte le attività assistenziali e di cura, nel rispetto delle normative per la protezione dei dati personali.» [3]. Il principio di creare una cartella clinica digitale reperibile ovunque è l’obiettivo del Ministero della Salute Pubblica, in modo da standardizzare il sistema informatico per la reperibilità dei dati di un paziente. Quindi una esigenza dei medici riguardante il campo del mHealth è quella di creare una apposita applicazione per smartphone o tablet in modo da poter visualizzare un fascicolo sanitario elettronico direttamente da questi dispositivi e di avere la possibilità di poter modificarne la struttura.

Un’altra molto sentita in campo medico è quella di poter visualizzare tramite smartphone o tablet i prontuari dei medicinali e i così detti “bugiardini” dei medicinali, cioè le indicazioni d’uso che si trovano all’interno delle scatole dei medicinali. Questo permetterebbe di avere le informazioni adatte sui tipi di farmaci che si intendono adoperare o che sono state prescritte dai medici, in modo da agevolare la ricerca da parte del medico curante. Attualmente molte applicazioni sono in commercio riguardo questi aspetti e sono anche di facile reperibilità nei maggiori Store di applicazioni (quali *Appstore* e *Google Play Market*), sia gratuitamente sia a pagamento. Delle suddette applicazioni si tratterà nel prosieguo analizzandone le diverse tipologie.

Finora si è analizzato le soluzioni atte a soddisfare le esigenze medici, in cui si richiedevano degli strumenti per così dire “basilari” in campo medico, ma le ri-

chieste non si fermano qui. Altra esigenza molto sentita dai medici è quella di poter visualizzare in tempo reale i segni vitali del paziente, come ad esempio un elettrocardiogramma. Infatti uno dei possibili scenari può essere quello descritto precedentemente riguardo all'applicazione che monitora in tempo reale i parametri vitali del paziente. Applicazioni di questo tipo risultano molto richieste da parte dei medici, in modo da poter monitorare e dare una diagnosi repentina riguardo alla salute del paziente. Un altro tipo di applicazione richiesta dai medici è quella in cui il professionista si può interfacciare con i dispositivi presenti nel suo studio o nell'ospedale in cui lavora e poter sincronizzare i dati con il cellulare o reperirli in mobilità, come i dati storici del paziente o gli esami appena effettuati. Queste e molte altre sono le richieste da parte dei medici per potersi rapportare con le tecnologie mobili riguardanti l'mHealth.

Ma oltre alle richieste dei medici, ci sono diversi utilizzi atti a semplificare la vita ai pazienti. Infatti molte volte una applicazione mobile deve soddisfare anche le esigenze dei pazienti, come la possibilità di reperire un medico nell'immediato o di poter segnalare dei problemi al medico. Sono molto utili a questo scopo le applicazioni mHealth che si possono interfacciare con dispositivi indossabili o con l'utilizzo di dispositivi che rilevano valori, come ad esempio i misuratori del livello di glucosio nel sangue. Uno scenario possibile è quello di un dispositivo bluetooth che rileva i livelli di glucosio nel sangue di un paziente diabetico con conseguente comunicazione a mezzo di mail o sms questi dati al medico curante, in modo che possa avere uno storico del paziente ed eventualmente di poter intervenire in caso di emergenza. Un altro esempio è l'utilizzo di apparecchiature che monitorano il paziente sempre in tempo reale e consegnando al paziente i valori biometrici, come precedentemente descritto. Si può notare come molte delle richieste e effettuate dai medici per dei tipi di applicazioni mHealth siano al contempo le stesse di quelle dei pazienti.

Da questa analisi si evince che le richieste più comuni, di conseguenza le applicazioni più richieste e più sviluppate nel campo mHealth sono delle applicazioni che svolgono dei compiti ordinari nella professione medica e che ne agevolano il lavoro, atte a facilitarne l'attività, agevolando, contemporaneamente ed attivamente il

paziente.

Capitolo 3

Le applicazioni

3.1 Introduzione sulle applicazioni

Dopo una introduzione riguardo al mondo del mHealth, in cosa consiste ed analizzate le esigenze degli utenti, si tratterà delle applicazioni che rispecchiano maggiormente il mondo del mHealth, presentandone una panoramica, ed illustrandone il loro funzionamento ed utilizzo. Questo capitolo sarà ripartito in due parti: *applicazioni proprietarie* ed *applicazioni open-source*. Il motivo di questa suddivisione è presto detta: nella ricerca delle applicazioni più usate e più utili per poter spiegare il mondo del mHealth ci si è imbattuti in delle problematiche riguardanti la spiegazione da lato informatico del loro funzionamento e delle tecnologie utilizzate, e per via di questo motivo si è fatta una suddivisione tra applicazioni proprietarie e open-source. In particolare le applicazioni open-source offrono la possibilità di visionare il codice sorgente delle applicazioni e delle loro infrastrutture software, di poterle provare senza dovuti accorgimenti o eventuali costi, cosa che, al contrario, le applicazioni proprietarie impediscono. Questo è uno dei tanti motivi per cui si è fatta una suddivisione di questo tipo, visto che la diversità tra le varie applicazioni, e soprattutto la possibilità di poter esplicitare e provare a lato informatico le stesse, ha prodotto una gerarchizzazione di questo tipo.

Le applicazioni open-source offrono la possibilità di avere la visibilità non solo del codice sorgente, ma di poterne testare il funzionamento e di poterla a sua volta modificare senza dover pagare costi aggiuntivi o diritti di copyright. Molte di queste

(come ad esempio *Moca* [4]), offrono l'opportunità di poter testare l'applicazione in modo effettivo e di poterne vedere il funzionamento con l'infrastruttura creata appositamente per funzionare con l'applicazione, la quale solitamente viene fornita con la stessa, oltre a poterne modificare il codice ed il funzionamento in base alle proprie esigenze. Questo potrebbe costituire l'incipit per chi vorrebbe sviluppare una applicazione in questo campo. Inoltre le applicazioni open-source forniscono una documentazione molto dettagliata riguardo le tecnologie usate in campo informatico e il tipo di uso che si può fare dell'applicazione. Questo è dovuto al fatto che tante di queste applicazioni fanno parte di progetti universitari, come ad esempio il progetto *Sana Mobile*, che comprende l'applicazione mHealth *Moca* sviluppata da un gruppo di studenti del *MIT* (*Massachusetts Institute of Technology*), e il progetto *CodeBlue*, che è stato realizzato da un gruppo di studenti dell'istituto *Harvard*.

Le applicazioni proprietarie sono meno appetibili dal punto di vista discusso precedentemente, poiché queste non forniscono la possibilità di poter visionare il codice dell'applicazione e dell'infrastruttura software ad essa associata. Spesso le applicazioni proprietarie sono soggette a dei costi per l'utilizzo ed, altrettanto spesso, l'utilizzo pratico è precluso dal fatto che bisognerebbe utilizzare una infrastruttura software appositamente creata e fornita dall'azienda sviluppatrice della applicazione. Questo ha creato un inconveniente nell'analisi delle funzionalità delle stesse, poiché non è stato possibile testare appieno le potenzialità delle applicazioni proprietarie e quindi di provarne l'effettiva utilizzabilità. Ciò nonostante è stato possibile provare l'utilizzo di alcune di queste attraverso i dati dimostrativi che fanno parte dell'applicazione stessa, come nelle applicazioni che verranno descritte in questa tesi. D'altro canto, le applicazioni proprietarie riescono ad avere un feedback da parte degli utenti maggiore rispetto alle applicazioni open-source. Infatti queste applicazioni risultano utilizzabili nell'immediato dall'azienda ospedaliera o dai medici che ne richiedono l'utilizzo, per via del fatto che viene fornito un supporto totale riguardo l'utilizzo dell'applicazione e, cosa molto importante, di una infrastruttura software per il funzionamento da parte dell'azienda produttrice. Infatti alcune di queste applicazioni, come quelle che verranno descritte, forniscono

l'applicazione in modo gratuito, ma essa non può funzionare senza l'infrastruttura software fornita dall'azienda.

Le applicazioni open-source, alcune volte, non forniscono un adeguato supporto riguardo al loro utilizzo, dovuto al fatto che per la maggior parte delle volte le suddette applicazioni o riguardano progetti universitari, dando quindi un supporto limitato per un utente inesperto, oppure riguardano progetti di applicazioni che successivamente non vengono sviluppati oppure vengono accantonati per diversi motivi, o sono solo dei concept di integrazione ad altre applicazioni. Le applicazioni proprietarie godono anche del vantaggio di essere sponsorizzate dalle stesse case produttrici dei dispositivi mobili per cui vengono progettate, come ad esempio l'applicazione *AirStrip*, la quale è stata presentata anche nel **Apple Keynote WWDC del 2008**. Questa applicazione sarà successivamente analizzata.

3.2 Applicazioni Proprietarie

3.2.1 AirStrip

La prima applicazione, o per meglio dire le prime applicazioni che si andranno a considerare riguardano la famiglia di applicazioni ***AirStrip*** della *AirStrip TechnologiesTM*. Le applicazioni sviluppate dalla AirStrip Technologies sono ***AirStrip OBTM***, ***AirStrip CardiologyTM*** e ***AirStrip Patient MonitoringTM***.

«Airstrip TechnologiesTM ha costruito la sua rivoluzionaria piattaforma AppPointTM di sviluppo software con una visione dell'invio sicuro di informazioni critiche dei pazienti direttamente dai sistemi di monitoraggio ospedalieri, dispositivi bedside e cartelle cliniche elettroniche verso il dispositivo mobile di un medico. AppPoint è stato progettato anche per risolvere le sfide fondamentali nello sviluppo di software per dispositivi mobili, come lo sviluppo di applicazioni native che forniscono i requisiti di una esperienza d'uso ricca e al tempo stesso essere in grado di scalare e di adattarsi a un mondo in continua evoluzione come quello dei sistemi operativi e dispositivi mobili. Approvati dalla FDA (Food and Drugs Association) e conforme alla legge HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability Act), le applicazioni Airstrip comunicano tramite le reti cablate e wireless, offrendo i segni vitali

del paziente in tempo reale e altri dati clinici rilevanti, sempre e ovunque.» [4]
 L'intento della AirStrip Technologies è quello di migliorare, con l'ausilio di strumenti utilizzabili in mobilità quali smartphone o tablet, il processo diagnostico e clinico da parte del medico, attraverso una trasformazione dei dati clinici (p.e segni vitali, cartelle cliniche, iter diagnostici, ecc.) in un formato digitale reperibile in qualsiasi momento e luogo in totale sicurezza.

Mobile Access vs. Remote Access

Consideration	Mobile Access	Remote Access
Accessibility	<ul style="list-style-type: none"> • Single, personal mobile device • Anytime, anywhere cellular/Wi-Fi 	<ul style="list-style-type: none"> • PC, Laptop, or Workstation-Based, even if it's a workstation on wheels.
Interface	<ul style="list-style-type: none"> • Native Application - Designed to run in computer environment (machine language and OS) being referenced • (i.e.: Android, iPhone, Blackberry, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Citrix or web access to desktop applications
Data Transformation	<ul style="list-style-type: none"> • Improves clinical decision making at the point of care through visual data transformation and interactivity • Adds meaning with graphing, trending, colors, visuals cues, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Looks and functions like the desktop electronic health record (EHR). • Presents data in the same fashion as the computer program being accessed.
Added Value	<ul style="list-style-type: none"> • Works with clinician workflow; brings the data to them in meaningful ways. • Incorporates evidence based medicine and knowledge-based prompting. 	<ul style="list-style-type: none"> • Supports office- or home-based access by providers via computer.
Meaningful Use	<ul style="list-style-type: none"> • Physician usage quickly ramps up to hours per physician per month and is sustained over time. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usage stats may reveal an initial spike but not sustained and drops off after a few weeks or months. • Physicians will seldom help organizations achieve data access/sharing objectives when they have to go to the data.

Figura 3.1: La figura rappresenta una tabella comparativa riguardo alle diversità tra mobile access e remote access

La tecnologia studiata ed implementata dalla AirStrip TechnologiesTM si concentra sulla creazione di una struttura di comunicazione tra delle macchine che catturano i segni vitali del paziente e l'applicazione che risiede sul smartphone, offrendo un monitoraggio remoto dei segni vitali del paziente direttamente al medico senza che questo sia presente fisicamente sul posto. La AirStrip Technologies offre la possibilità di poter usufruire del suo software per dispositivi mobili, in questo caso l'azienda si riferisce specificatamente a smartphone, nelle piattaforme più usate in commercio quali: iOS, Android e BlackBerry.

L'azienda fornisce una struttura di back-end costruita da zero sulla piattaforma

Microsoft .NET ed utilizza un algoritmo di compressione dei dati che «[...] sfruttano una vasta gamma di applicazioni che utilizzano e trasferiscono grandi quantità di dati, permettendo alle applicazioni garanzia di un funzionamento in modo efficiente su dispositivi mobili, utilizzando anche la rete cellulare che risulta più lenta». [5]. Inoltre la piattaforma utilizza la cosiddetta **Funzione di Auto Update**, che consente, tramite una interfaccia utente *GDI* (Graphics Device Interface, API sviluppate da Microsoft per la renderizzazione grafica 2D), di poter raccogliere e visualizzare le diagnosi in funzione semplificata per l'utente, in un modo user-friendly. Sempre riguardo all'infrastruttura che AirStrip Technologies offre, essa è strutturata in base ad un modello **Service-Oriented**, il quale consente una maggiore flessibilità della piattaforma, che può essere implementata e revisionata in base ai servizi richiesti e modellarsi sulle funzionalità di base. Successivamente si tratteranno nel dettaglio le applicazioni citate all'inizio della descrizione. **Airstrip OB™** è una applicazione deputata al monitoraggio dei segni vitali del feto in via di sviluppo e per tenere sotto controllo le contrazioni materne. Si ha la possibilità di poter raccogliere dati per diagnosi, vedere i segni vitali della paziente ed ulteriori informazioni su di esso. Le caratteristiche principali di questa applicazione sono:

- **Virtual Views**: visualizzazione delle waveforms (segni vitali), incluse visite virtuali in tempo reale, lo storico dei tracciati cardiaci fetali e annotazioni sulle contrazioni materne;
- **HIPAA Compliant Authentication Login**: autenticazione dell'utente tramite ID e password per l'accesso alla rete ospedaliera. Supporto VPN e autenticazione.
- **Hospital Labor and Delivery Census**: possibilità di monitorare le pazienti in fase di travaglio e di parto, con l'ausilio del loro medico curante. Possibilità di controllare il paziente che risiede nell'ospedale, consentendo il monitoraggio di più ospedali e di visualizzarne i dati relativi.
- **Strip Charting**: schermata che mostra tutte le informazioni del paziente in tempo reale tutte in una schermata.

- ***Patient Data Display***: funzione che dá la possibilità di visualizzare i dati del paziente in formato cartaceo o su un display secondario.
- ***Strip Zooming and Scrolling***: funzione di scroll e zoom dei tracciati visualizzati;

AirStrip CardiologyTM è uno strumento che permette di ricevere i dati di un ECG (Elettro Cardio Gramma) in tempo reale direttamente sullo smartphone o tablet, in assoluta mobilità. «*Combinando (1) trasmissione senza fili mobile di ECG con (2) valorizzazione visiva digitale e funzionalità di touch screen, nonché (3) accesso automatico ai dati storici, AirStrip CARDIOLOGYTM consente decisioni più informate e tempestive da parte dei cardiologi.*»[6]. Questa applicazione, come specifica la AirStrip TechnologiesTM, offre diversi benefici sia al paziente che al medico: la mobilità senza fili consente un più veloce accesso ai dati del paziente, eliminando la condizione di presenza fisica del medico con l'assistito, peraltro la fruizione digitale offre una più agevole visualizzazione del ECG, consentendo la possibilità di un accesso simultaneo da parte del professionista per la visualizzazione dei dati storici.

Il seguente elenco, tratto dal sito di riferimento http://www.airstriptechnology.com/Portals/_default/Skins/AirstripSkin//tabid/133/Default.aspx mostra quali potrebbero essere i benefici dell'utilizzo di questa applicazione:

- **Benefici Strategici:**

- Aumento dell'allineamento e fedeltà medica;
- Fornire una adeguata infrastruttura per gli ACOs;
- Migliore supporto nelle decisioni cliniche
- Costo effettivo nello scambio di informazioni sanitarie;
- Accelerare l'uso significativo;
- Migliorare il flusso di lavoro e la qualità delle cure;

- **Benefici Clinici:**

- Un più tempestivo ed accurato processo clinico decisionale, che può portare ad una riduzione della morbilità, mortalità e complicanze (ad esempio: riduzione le dimensioni dell'infarto, riduzione del limite di frazione di eiezione, riduzione dei LOS);

- **Benefici Finanziari:**

- Ridurre i costi complessivi (come i falsi positivi del laboratorio);
- Migliorare il rimborso previsto, basato sul valore di acquisto;
- Ottenere un vantaggio competitivo sul mercato;

AirStrip CardiologyTM consente, altresì, l'utilizzo nei reparti di terapia intensiva: infatti, con il continuo monitoraggio dei segni vitali del paziente, il medico, con l'ausilio dell'applicazione e della connettività mobile, ha la possibilità di poter inviare diagnosi e cure tempestive per il paziente. Questo costituisce un notevole vantaggio per le patologie che necessitano un di intervento immediato del medico, che può dare le indicazioni al personale ausiliario in modo facile e veloce. L'applicazione, inoltre, consente di poter visionare, con un intervallo di 12 secondi, l'ECG del paziente in tempo reale, con la funzione di *scrolling*. Una caratteristica interessante è quella di poter visualizzare separatamente i segni vitali che provengono dall'ECG del paziente, differenziando le varie ramificazioni del macchinario. In pratica, poiché un macchinario per ECG è costituito da 8/12 elettrodi che si posizionano a livello cutaneo sul paziente, si ha la possibilità di visualizzare ogni singola estensione del macchinario e le rilevazioni che esso restituisce, con anche dei layout comparativi e relativo zoom sui segni rilevati. Questa funzione offre uno strumento molto utile al medico, che ha una visione globale del paziente.

Infine, trattiamo dell'applicazione denominata **Airstrip Patient MonitoringTM**. Questa applicazione ha un utilizzo molto simile a quelle precedentemente esaminate. Infatti questa applicazione consente di monitorare i segni del paziente, detti anche *waveform*, in tempo reale e costante, così da fornire una analisi delle condizioni del paziente al medico. Le caratteristiche di questa applicazione sono:

- *Virtual Views*: monitoraggio remoto in tempo reale dei dati dei segni vitali dei pazienti, del ritmo cardiaco e di altri dati come pulsossimetria, CO₂ di fine espirazione e le pressioni di picco.
- *Strip Zooming*: mantiene la dimensione relativa delle waveform, con una griglia di fondo che permette di valutare facilmente e misurazioni.
- *Automated Caliper*: misurazione dei segni ad intervalli, sia automaticamente che manualmente.
- *Strip Scrolling*: consente agli utenti di scorrere rapidamente i dati archiviati storici delle waveform, come ad esempio le strisce di telemetria.
- *Patient Data Display*: letture del volume corrente e della pressione delle vie aeree, nella quale il flusso e il volume sono disponibili anche in tempo reale, direttamente dal monitor del paziente.
- *Vendor Interface Options*

Inoltre l'utente, può accedere ai dati di monitoraggio dei dispositivi *bedside*, cioè dei dispositivi che monitorano i segni vitali e che sono situati di fianco al letto del paziente, compresa la frequenza cardiaca, frequenza respiratoria, temperatura, pressione sanguigna, e le misure di monitoraggio invasive, come la gittata cardiaca, pressione di incuneamento capillare polmonare, i valori di linea arteriose, venosi centrali e le pressioni. Ulteriori dati numerici e riguardo alle waveform catturate dai monitor del paziente sono accessibili dall'applicazione.

Le informazioni su queste applicazioni sono tutte presenti sul sito di riferimento della software house, ma per una prova dell'applicazione su un effettivo caso di utilizzo e su una infrastruttura apposita, si deve contattare il produttore attraverso un form internet che si presenta nella pagina dei prodotti, sottoforma di richiesta di informazioni. Questo limita notevolmente la visione di questa applicazione per poterne effettivamente provare l'utilizzo su un sistema che non sia appositamente creato dalla software house. Tuttavia è stato possibile provare alcune funzioni dell'applicazione su un dispositivo, che nel nostro caso è un iPod Touch 4g, con dei

dati dimostrativi, consentono di poter visualizzare le funzionalità descritte precedentemente. Si può notare dalle prove fatte che ogni applicazione, ad eccezione di AirStrip OBTM, utilizzano gli stessi dati dimostrativi, e schermate di login agli ospedali molto simili. Infatti, è possibile scegliere l'ospedale su cui si vuole eseguire il login, permettendo al medico di poter tenere traccia dei pazienti che si trovano in aziende ospedaliere diverse. Inoltre, tutte le applicazioni mostrano una finestra iniziale in cui si accettano le condizioni di contratto.

L'applicazione AirStrip OBTM nella prima schermata mostra due selezioni: una di login, che serve a loggarsi nella struttura ospedaliera a cui si fa riferimento, ed una detta *view demo*, in cui si avvia la dimostrazione di utilizzo dell'applicazione.

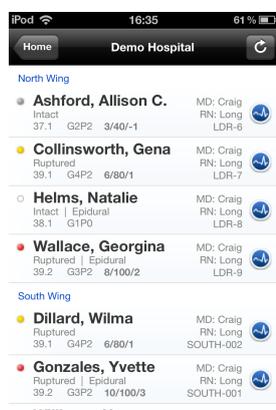


Figura 3.2: Schermata di selezione dei pazienti nell'applicazione AirStrip OB



Figura 3.3: Schermata di visualizzazione dei dati nell'applicazione AirStrip OB

Proseguendo ed, ovviamente, a causa dell'impossibilità ottenere una infrastruttura per utilizzare l'app è stata scelta l'opzione *view demo*, visualizzando la schermata nella quale si esegue un login dimostrativo. Successivamente è visibile un elenco di pazienti nel quale, selezionando i quali, se ne ottengono le relative informazioni, con notazioni, storico dei segni vitali ed esami effettuati, come mostrano le figure 3.2 e 3.3. Interessante è la visione in tempo reale dei segni vitali del feto, nella voce **Fetal Strip**. L'applicazione AirStrip Patient MonitoringTM, nella schermata iniziale dell'applicazione consente di selezionare uno degli ospedali a cui fa riferimento il medico, anche se non ne consente l'aggiunta, nella quale la sele-



Figura 3.4: Schermata di elenco dei segni vitali nell'applicazione AirStrip Patient Monitoring



Figura 3.5: Schermata di visualizzazione dei segni vitali nell'applicazione AirStrip Patient Monitoring

zione si presenta come voce **Hospital**, seguita da una lettera in ordine alfabetico dalla A alla E. Selezionando uno degli ospedali e lasciando le credenziali di default si accede ai dati dimostrativi con l'elenco dei pazienti. Come si può vedere dalla figura 3.4, selezionando uno dei pazienti è possibile vedere i segni vitali più comuni, tra cui: temperatura, frequenza cardiaca, respirazione polmonare, ecc. Prendendo uno di questi, è possibile visualizzare lo storico dei dati (nel nostro caso non è possibile vedere i dati in tempo reale per via del fatto che i dati sono dimostrativi), mostrando i tracciati dalle due ore precedenti fino al minuto precedente, come nella figura 3.5 .

L'applicazione AirStrip CardiologyTM si presenta nella sua schermata con due scelte: la prima riguardante l'opzione *view training*, che consente di provare i dati dimostrativi, e la schermata di *sign in*, che consente un login all'infrastruttura ospedaliera sulla quale interfacciarsi. Successivamente si può vedere una lista di pazienti, come nelle altre applicazioni descritte, nella quale, selezionando il paziente, si accede alle informazioni riguardanti gli ECG del paziente. Da qui è possibile visionare gli ECG del paziente, potendo navigare attraverso lo scrolling in modo interattivo nello storico del ECG, come nella figura 3.6. Nella schermata si vedono i segni vitali catturati da ogni sensore, ma è possibile, attraverso la funzione *Leads*, selezionare uno o più sensori per poterne vedere gli stessi e confrontarli tra di loro.

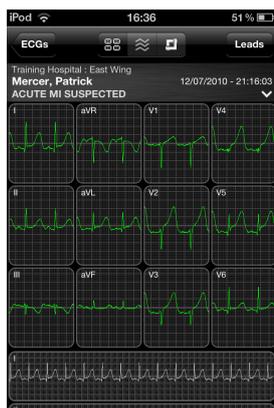


Figura 3.6: Schermata di selezione dei pazienti nell'applicazione AirStrip Cardiology

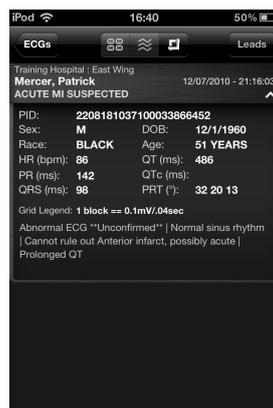


Figura 3.7: Schermata di visualizzazione dei dati nell'applicazione AirStrip Cardiology

È anche possibile vedere le informazioni del paziente, come nella figura 3.7, selezionando la freccia rivolta verso il basso.

Come si può notare le applicazioni hanno molte caratteristiche comuni tra di loro, ma ognuna di esse si differenzia dall'altra per le varie funzionalità principali. Sicuramente queste prime applicazioni della AirStrip TechnologiesTM forniscono degli strumenti molto importanti per il medico e rispecchiano le esigenze più comuni del professionista. Si noti che queste applicazioni possono funzionare anche al di fuori dell'azienda ospedaliera, utilizzando il modulo di connessione 3G o UMTS del proprio smartphone, consentendo al medico di poter reperire i dati ovunque esso si trovi. Tutte le applicazioni sono gratuite e scaricabili dallo store di riferimento del dispositivo utilizzato.

3.2.2 ICS-XPRESS

La *Spacelabs Healthcare*TM è una società che fornisce apparecchiature di altissima tecnologia in campo sanitario per aziende ospedaliere. Uno dei prodotti commercializzati è **XPRESSON**TM, un monitor di segni vitali modularizzabile, il quale può essere composto da più di questi monitor. Questo monitor consente una connessione alla rete ospedaliera attraverso una tecnologia denominata *DNA (Dynamic Network Access)*. Questa dà la possibilità di collegare anche più monitor e visua-

lizzare i dati di uno o più pazienti. Esso è collegato ad una centrale che ne consente la messa in rete.

Per fornire un accesso ai dati catturati dal monitor e dai dispositivi creati dalla Spacelabs HealthcareTM, la stessa ha creato una applicazione chiamata **ICS-XPREZZTM**, progettata per dispositivi iOS. Questa applicazione fornisce un collegamento diretto con l'infrastruttura software creata appositamente dalla Spacelabs HealthcareTM e consente una visualizzazione remota dei dati che vengono catturati dai dispositivi. «*Con ICS XPREZZTM, Spacelabs Healthcare porta la mobility care ad un livello superiore, fornendo la potenza del ICS G2 Clinical Access nel palmo della vostra mano. Ora i medici possono avere accesso alle informazioni complete del paziente in movimento, inclusi i segni vitali e trend grafici, nel loro iPad o altri dispositivi mobili. Le decisioni possono essere prese più rapidamente come mai prima d'ora con le informazioni critiche del paziente nel palmo della vostra mano.*» [7].

L'applicazione si interfaccia tramite una infrastruttura software denominata *ICS G2 Clinical Acces*, la quale contiene tutti i dati riguardanti i pazienti e la possibilità di collegarsi in remoto ai dispositivi della Spacelabs HealthcareTM. La funzione principale di questa applicazione consiste nella possibilità di potersi collegare in remoto, in modo simile ad una connessione VNC, direttamente all'infrastruttura e ai dispositivi ad essa associati, ovunque ci si trovi ed in totale mobilità. Tra le diverse caratteristiche ci sono:

- **Gratuitá:** l'applicazione è totalmente gratuita, il che dá la possibilità di poterla scaricare senza costi aggiuntivi direttamente sugli iDevices.
- **Sicurezza:** l'applicazione è sviluppata utilizzando i protocolli di sicurezza *NLA (Network Level Authentication)* e *PHI (Protected Health Information)*.
- **Usabilità:** l'applicazione consente una esperienza di usabilità molto elevata, grazie alle funzioni già contenute in iOS (p.e Pinch to zoom, scrolling, ecc.) e dell'utilizzo della tastiera di default che consente un supporto totale alle lingue.

Per quanto riguarda la sicurezza di questa applicazione, essa è stata sviluppata in collaborazione con *iTapTM*, un'azienda che sviluppa applicazioni utilizzando il protocollo RDP (Remote Desktop Protocol), il quale fornisce un accesso remoto sicuro e veloce. Le applicazioni che utilizzano la tecnologia NLA, introdotta in RDP 6.0 e supportata da Windows Vista, sono applicazioni che utilizzano il protocollo RDP e che consentono una maggiore sicurezza nelle connessioni.

La tecnologia DNA (Dynamic Network Access) sviluppata dalla Spacelabs HealthcareTM consente l'accesso alle cartelle cliniche, protocolli clinici, ordini effettuati dai medici e altre applicazioni presso il così detto "punto di cura". Consente di accedere ai dati, come i segni vitali del paziente in tempo reale, ma fornisce anche la possibilità di visualizzare e controllare i risultati del laboratorio analisi, inserire degli ordini, rivedere le linee guida di farmaci e protocolli ospedalieri, eseguire grafici, accedere a Internet e molto altro. DNA è una versione proprietaria del client sviluppato dalla *Citrix*, azienda di sviluppo di connessioni tra client e server. Infatti DNA permette al monitor di imitare un client nell'architettura client-server: quindi, poichè incorporata sul patient monitor, permette di eliminare la necessità di avere un PC separato che consenta l'accesso remoto al patient monitor. I medici possono avviare le applicazioni cliniche installate su server Citrix ovunque all'interno dell'azienda ospedaliera, in questo modo DNA fornisce anche un supporto completo alle applicazioni Citrix.

Grazie all'utilizzo di dati dimostrativi, è stato possibile provare l'applicazione utilizzando un iPod Touch 4g. L'applicazione, nel suo primo avvio, presenta una schermata di accettazione del disclaimer tra l'azienda e l'utente, che non verrà più visualizzata. Successivamente ci si trova in una schermata dove è possibile scegliere quale dispositivo si trova all'interno della rete a cui si è connessi, rilevandolo automaticamente o indicandolo manualmente. Si possono notare due elementi da questa schermata: è possibile gestire i dispositivi rilevati ed a cui si accede più frequentemente, con una gestione tramite preferiti, e come la rilevazione di questi dispositivi si appoggia anche al sistema *Bonjour*, un sistema di rilevazione dei dispositivi prodotti da Apple su una struttura wireless anch'essa sviluppata da Apple. La figura 3.8 mostra questa schermata. Si può selezionare anche una voce in cui

è possibile visionare una dimostrazione dell'applicazione, la voce *Test Drive ICS Xprezz*. Selezionando questa voce, appare una schermata che indica la connessione

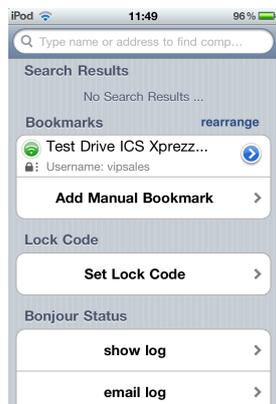


Figura 3.8: Schermata iniziale dell'applicazione ICS Xprezz

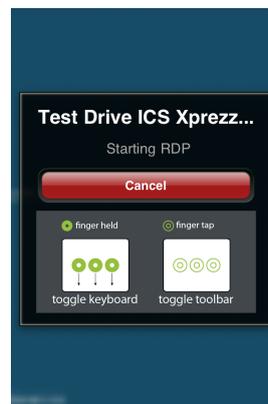


Figura 3.9: Schermata di connessione dell'applicazione ICS Xprezz

del dispositivo all'infrastruttura software. Instaurata la connessione e visualizzata la relativa schermata, si può notare la descrizione di due gesture: una per poter visualizzare la tastiera, portando tre dita verso il basso, ed una per visualizzare un menu, in cui è possibile cambiare il tipo di visualizzazione, bloccare la schermata (in particolare lo zoom di quella) poter visualizzare più schermate se occorre, e di disconnessione dalla postazione. La figura 3.9 mostra la suddetta schermata di connessione. Si può notare anche che, nella fase dimostrativa, la connessione avviene proprio come se ci si connettesse in remoto ad un PC, infatti capita di notare la scritta di benvenuto ad un computer sul quale gira Windows Server 2008TM. Avvenuta la connessione ci si trova in una schermata simile a quella di una applicazione per computer o ad una connessione avvenuta in modalità VNC verso un PC. Subito si ha la selezione dei pazienti che si trovano nel sistema e, selezionando uno di questi, è possibile vedere tutti i dati, compresi anche i segni vitali. Questa schermata dell'applicazione si presenta con diversi menu:

- *Bedside*: questa voce di menu visualizza i dati dei segni vitali del paziente in tempo reale catturati dai patient monitor che si trovano vicino al paziente. Vedere le figure 3.10 e 3.11

- *Waveforms*: visualizza lo storico dei segni vitali catturati dal patient monitor. Vedere la figura 3.12
- *Arrhythmia*: funzione che consente di vedere i vari segni vitali catturati dal patient monitor riguardanti il cuore del paziente.
- *Alarms*: visualizza e impartisce gli ordini da comunicare al patient monitor, i quali poi vengono visualizzati dal personale medico che si trova vicino al paziente. Non solo, consente anche di settare dei parametri di allerta, i quali vengono successivamente visualizzati dal medico quando si verificano. Vedere la figura 3.13
- *Saved Events*: consente di visualizzare gli eventi rilevanti salvati dal medico.
- *12-Lead*
- *Trends*
- *Print Jobs*: consente la stampa da parte di una stampante appositamente collegata ai rilevatori.

L'applicazione tuttavia, se utilizzata su un dispositivo portatile con uno schermo di dimensioni ridotte come un iPod Touch o un iPhone, risulta poco usabile, soprattutto per quanto riguarda un utilizzo su dispositivi che possiedono uno schermo di ridotte dimensioni. Le sopra descritte criticità sono risolvibili attraverso un ridisegnamento dell'interfaccia utente. Al riguardo è bene evidenziare che per poter avere una visione di insieme della schermata attuale sui sopracitati dispositivi, è necessario un dezoomming totale, rendendo la visualizzazione dei campi e l'eventuale selezione difficile.

L'applicazione offre le molteplici funzionalità viste precedentemente nell'applicazione AirStrip, ma affronta i concetti e l'usabilità e tecnologie utilizzate in modo completamente diverso.



Figura 3.10: Schermata di selezione dei pazienti dell'applicazione ICS Xprezz



Figura 3.11: Schermata di visualizzazione dei dati dell'applicazione ICS Xprezz

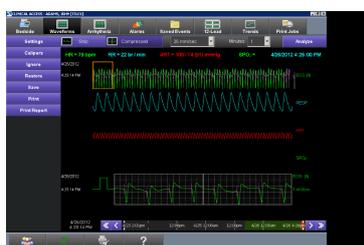


Figura 3.12: Schermata di visualizzazione dei dati dell'applicazione ICS Xprezz



Figura 3.13: Schermata di visualizzazione dei dati dell'applicazione ICS Xprezz

3.2.3 VitaDock

Altra applicazione interessante di tipo proprietario è costituita dall'applicazione **VitaDock®**. Questa applicazione è fornita dall'azienda *Medisana* ed è gratuita. L'applicazione, sviluppata per dispositivi Apple montanti iOS, funziona attraverso degli apparecchi, che chiameremo accessori, che si connettono ai dispositivi Apple, come iPhone, iPod Touch e iPad, e che svolgono diverse funzioni. Infatti, l'applicazione cambia la sua funzione a seconda dell'accessorio collegato.

Gli accessori per i dispositivi montanti iOS sono diversi, e verranno di seguito illustrati. Il primo accessorio che descriveremo è **GlucuDock**. Questo accessorio svolge la funzione di misuratore della glicemia, un dispositivo utilizzato spesso da pazienti affetti da diabete. «*Con GlucoDock non ci si deve occupare della gestione dei dati. Ogni informazione è subito memorizzata ed è disponibile per diversi utilizzi. Così si risparmia tempo e ci si concentra sul dato principale: la propria salute!*» [8] Il dispositivo risulta molto piccolo, in modo da essere trasportato senza problemi. È di facile utilizzazione, infatti sono semplici i passaggi per poter effettuare la misurazione e per la raccolta i dati. Di seguito rimando alla figura 3.14 riguardo alla modalità d'uso. Come si può vedere è simile ad un normale misuratore di glicemia del sangue.



Figura 3.14: La figura descrive i passaggi per la misurazione dei valori glicemici del paziente nell'applicazione VitaDock

GlucoDock risulta personalizzabile a seconda dei valori glicemici personali dell'utente, per i quali ad ogni misurazione si riceve un feedback per controllare se si rientra nel range di valori impostati dal paziente. Non solo, permette anche di impostare le indicazioni riguardo ai carboidrati e le unità di pane. Ad ogni misurazione è possibile lasciare dei commenti o aggiungere informazioni sulla propria attività o sul proprio stato di salute. Un'importante funzione è costituita dalla possibilità di annotare le unità di insulina assunte e di diversi preparati. È possibile elaborare dei report giornalieri, settimanali e mensili, guardando lo storico dei risultati acquisiti, ed è anche possibile visualizzarli sottoforma di panoramica di 30 giorni. Questi report possono essere anche inviati al proprio PC sottoforma di mail, in modo da poterne reperire una copia o mandare i risultati al proprio medico curante.

Un altro accessorio interessante è **ThermoDock**, il quale svolge la funzione di termometro infrarosso. Questo accessorio risulta l'unico in commercio di questo tipo collegabile ad un iPhone e che supporta la tecnologia infrarosso. Il funzionamento è molto semplice: la *Fase 1* consiste nel collegare ThermoDock al dispositivo che si utilizza ed avviare l'applicazione VitaDock, di seguito la *Fase 2*, dove si punta ThermoDock verso il centro della fronte del paziente mantenendo una distanza di circa cinque centimetri e sfiorando lo schermo per avviare la misurazione, successivamente la *Fase 3* avverte tramite un suono l'avvenuta misurazione. Anche questo accessorio offre, tramite ovviamente l'utilizzo dell'applicazione VitaDock, la possibilità di personalizzare i valori e di raccogliere i dati catturati dal dispositivo. È possibile anche elaborare dei report e inviare i dati ad un PC.

L'ultimo dispositivo che verrà analizzato è **CardioDock**, un accessorio per la misurazione della pressione sanguigna. Una caratteristica importante di questo accessorio è costituita dalla dotazione di una batteria, la quale permette fino a 800 misurazioni con una carica completa. Anche questo accessorio, per poter effettuare le misurazioni si articola in tre fasi: la *Fase 1* consiste nel collegare CardioDock al dispositivo iOS; la *Fase 2* si applica la fascia di misurazione come illustrato nello schermo e successivamente si avvia la misurazione; la *Fase 3* mostra i risultati della misurazione. Le funzioni sono molto simili a quelle precedentemente descritte per

gli altri accessori, tra cui la possibilità di inserire annotazioni personali, diari giornalieri, statistiche delle misurazioni e creazione di report, come anche la possibilità di inviare i dati raccolti. Una caratteristica interessante di questo accessorio è l'utilizzo della tecnologia 3 MAM. «Con la tecnologia 3 MAM si ottengono misurazioni ultra precise. Una volta avviato, CardioDock vi porta attraverso tre seguenti letture. Infine determina un valore medio per poter uniformare entro un determinato grado le oscillazioni naturali delle singole misurazioni.» [9]. Nel sito dedicato ad ogni accessorio ci sono delle specifiche ben documentate riguardo ad essi.

Come è possibile notare l'applicazione Vitadock si interfaccia gli accessori sopra descritti, svolgendo diverse funzioni a seconda dell'accessorio che viene collegato al dispositivo. Infatti le caratteristiche comuni dei vari accessori sono le funzioni di default che l'applicazione svolge, come la raccolta dei dati, la visualizzazione dei report e la creazione di essi, la possibilità di inviare i dati via mail. L'applicazione, alla connessione con un accessorio, si avvia automaticamente, consentendo una immediata interazione con essa. Interessante anche la funzione che permette di registrare manualmente i valori, senza che questi vengano catturati dagli accessori.

Come per le precedenti applicazioni è stato possibile provare l'applicazione su un



Figura 3.15: Schermata iniziale dell'applicazione VitaDock



Figura 3.16: Schermata di inserimento manuale dei dati nell'applicazione VitaDock

dispositivo apple iPod Touch 4g, ma, a differenza delle precedenti, questa non è provvista di dati dimostrativi. All'avvio l'applicazione si presenta con una interfaccia molto intuitiva, la quale si articola con un dock sottostante che identifica

ogni singola funzione che l'applicazione può svolgere, con lo specifico accessorio collegato. La figura 3.15 mostra la schermata iniziale. Non è stato possibile provare i vari accessori, ma si può notare come sia possibile l'inserimento di valori manualmente, per poterne effettuare una raccolta anche senza l'utilizzo degli accessori specifici. La figura 3.16 mostra questa caratteristica nella funzione per la misurazione della temperatura. L'usabilità risulta facile ed intuitiva. Infatti grazie all'interfaccia molto semplice e minimalista, ma al tempo stesso funzionale e non priva di animazioni, l'esperienza d'uso risulta molto interessante e piacevole per l'utente.

Di fatto questa applicazione si differenzia molto dalle applicazioni precedentemente descritte, essendo rivolta verso un utente che è identificato dal paziente piuttosto che nel medico. Tuttavia l'applicazione risulta molto utile anche ai medici, che la possono usare per raccogliere dati di un paziente, attraverso l'invio dei dati via mail da parte del paziente, o per agevolare le visite a domicilio verso i pazienti che hanno determinate patologie. Quindi si hanno degli strumenti di uso comune nella vita di un medico, come un termometro o un misuratore di pressione, che ne agevolano il lavoro e che gli consentono di incrementare la possibilità di accumulare dati sul paziente e di reperirli ovunque si trovi.

3.3 Applicazioni Open Source

3.3.1 eMOCHA

La prima la prima applicazione open-source che verrà analizzata è *eMOCHA*. eMOCHA è una applicazione sviluppata dalla *Johns Hopkins Center for Clinical Global Health Education* ed è stata progettata per aiutare i programmi sanitari nei paesi in via di sviluppo. L'intenzione di questo progetto è quello di migliorare ed aiutare la comunicazione e l'educazione alla cura del paziente in questi paesi, coordinando dispositivi wireless appoggiati da server clinici e da servizi di supporto al paziente. L'applicazione è stata sviluppata per piattaforma Android, che ne ha permesso la scrittura del codice utilizzando le API della piattaforma Android e del linguaggio JAVA, che sono open-source. L'applicazione si basa su una in-

infrastruttura client-server, nella quale sono presenti due applicazioni: la prima è l'applicazione che gira su dispositivo Android mentre la seconda è l'applicazione server. Innanzitutto descriveremo il server.

L'applicazione server è composta da un server web con codice scritto in PHP basato su un framework *Kohana*, e si appoggia ad un database MySQL. Kohana è un framework famoso per le sue funzioni, tanto da essere usato nei siti di diverse case e marchi rinomati, come il sito *National Geographic Kids*. Questo framework ha molteplici caratteristiche, tra cui: una velocità elevata, diversi strumenti di sviluppo e possibilità di estendere le librerie già presenti. Una caratteristica del framework Kohana è la possibilità di poter scrivere ed utilizzare il codice anche per scopi commerciali, data la licenza d'uso del codice: la *BSD License*. Il server web ha tre caratteristiche principali:

- *API di comunicazione con i dispositivi wireless*: le API gestiscono l'autenticazione del dispositivo e forniscono una serie di funzioni per la trasmissione dei dati da e verso il server.
- *Amministrazione*: un amministratore può gestire i contenuti destinati ad un determinato device, tra cui:
 - Moduli per la raccolta dei dati del paziente.
 - Algoritmi clinici e liste di controllo per assistere il personale nell'attuazione delle migliori pratiche cliniche.
 - Video di dimostrazione delle procedure cliniche o di laboratorio direttamente sul telefono.
 - Corsi di formazione interattivi, che vengono forniti dai dal personale medico.
 - Link a webcast, strumenti di supporto clinici, consultare opinioni, aggiornamenti clinici.
- *Collezione dei dati ed analisi di essi*: dopo aver ricevuto i dati dal dispositivo che utilizza le API implementate per la comunicazione, l'applicazione server

memorizza dati e li rende disponibili per l'analisi e la visualizzazione in diversi modi:

- Navigazione e ricerca di dati per singoli nuclei familiari o pazienti.
- Esportazione dei dati sotto forma di tabella, anche per Excel.
- La mappatura dei luoghi della casa del paziente con Googlemaps.

L'applicazione server risulta molto flessibile e disponibile all'integrazione con altri strumenti, ciò è dovuto al fatto che essa è basata sul framework Kohana. La gestione delle funzionalità da parte del server è molto vasta e permette un controllo dei dati e degli accessi in modo specializzato ed efficiente.

L'applicazione mobile, scritta per il sistema operativo Android, si compone di diverse caratteristiche principali. *«Utilizzando una versione personalizzata di ODK, eMOCHA utilizza moduli basati su XML per raccogliere dati in diversi formati (risposte a scelta singola o multipla, inserimento testo, immagini, codici a barre, audio e video). L'applicazione consente agli utenti di modificare e visualizzare queste informazioni, e i dati vengono automaticamente caricati su un server back-end, dove il personale medico può accedervi quasi in tempo reale. Dal server back-end è possibile definire il legame tra i moduli, spostarsi nei moduli (quando si visualizza o meno un modulo), nonché la possibilità di configurazione e altre proprietà di sicurezza. La comunicazione tra i dispositivi e il server avviene attraverso un 128 bit Tunnel SSL.»* [10] Quindi eMOCHA consente la collezione dei dati nel server a cui si appoggia, rendendoli disponibili al medico e agli altri medici che sono all'interno della rete ospedaliera. Un'altra caratteristica interessante è la possibilità visionare sul dispositivo corsi multimediali e lezioni registrate in formato MP4, e non solo: è possibile chiedere all'utente di rispondere a domande sottoforma di quiz e di inviare i dati al servizio di back-end, per poterne valutare l'impatto del corso sull'utente. Ovviamente questo servizio è a totale gestione dell'azienda che gestisce il back-end, e che dà la possibilità all'utente di scaricare gli aggiornamenti ai corsi sul suo dispositivo, quando e dove vuole.

Usando la fotocamera del telefono, se ne è provvisto, è possibile chiedere un consulto ad un altro medico grazie alla funzione di videochiamata, integrata nell'ap-

plicazione. La lista dei contatti è possibile definirla precedentemente nel server in modo che ogni sanitario abbia la possibilità di consultarsi con un altro collega della rete ospedaliera in modo rapido e dovunque si trovi. Queste e molte altre sono le caratteristiche principali del sever.

Nel sito di riferimento si trovano diverse risorse, da un wiki per l'illustrazione dell'utilizzazione dell'applicazione e guide di configurazione, alla sezione FAQ (Frequently Ask and Question), dove i diversi utenti possono mostrare e segnalare l'utilizzo dell'applicazione. Per poter vedere, leggere e visionare bene queste sezioni è necessaria una autenticazione. Purtroppo non è stato possibile vederne il contenuto per via di problemi tecnici del wiki. Sempre nel sito è possibile notare che il progetto eMOCHA è apparso tra i finalisti della *Vodafone American Foundation* come *Wireless Innovation Project*.

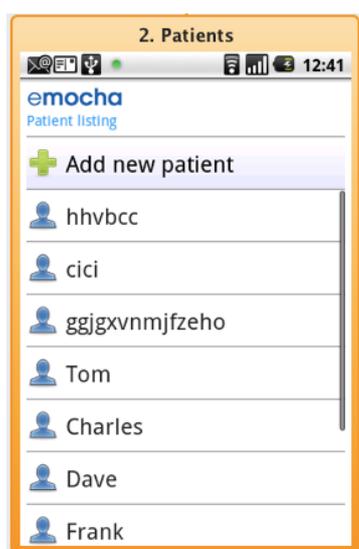


Figura 3.17: Selezione del paziente nell'applicazione eMOCHA

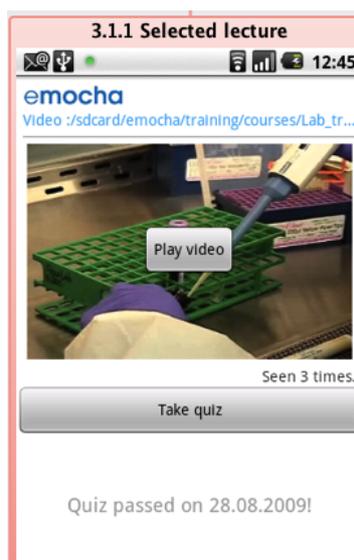


Figura 3.18: Visualizzazione di un video nell'applicazione eMOCHA

Purtroppo non è stato possibile provare questa applicazione, pur avendola installata su un terminale HTC DESIRE, poichè non è stato possibile reperire una infrastruttura apposita, e per via di questo problema, l'applicazione, che non è provvista di dati dimostrativi, si limita ad una schermata di login e inserimento

delle credenziali. È stato possibile descrivere l'applicazione attraverso le sue varie schermate, reperibili tramite il sito di riferimento <http://emocha.org/blog/>. Dopo l'inserimento dei dati di login si accede alla schermata iniziale dell'applicazione: da qui si possono vedere cinque sottomenu: *Communication*, *Patients*, *Training*, *Help* e *Settings*.

Nel menu *Communication* è possibile entrare nella schermata della funzione di comunicazione, la quale è stata descritta precedentemente, dando la possibilità di comunicare con un medico che è registrato nella rete ospedaliera attraverso una videochiamata. Questa schermata presenta le varie opzioni che il medico può intraprendere: chiedere un consulto, data dalla funzione *Consultation*, contattare l'ospedale o la clinica, con la funzione *Hospital or Clinic*, oppure selezionare altri numeri con la funzione *Other Number*.

Nel menu *Patients*, è possibile vedere una lista dei pazienti, come se fossero dei contatti telefonici di una rubrica, come nella figura 3.17, il che rende la visualizzazione e l'utilizzo molto intuitivo per l'utente. Selezionando il paziente è possibile vedere le informazioni a riguardo. È possibile aggiungere un paziente con l'apposita funzione *Add patient* ed è possibile anche aggiornare i dati di un paziente già presente nel sistema.

Il menu *Training* ci porta alla funzione che riguarda la possibilità di poter seguire corsi e lezioni, come descritto precedentemente. Infatti da questo menu si possono scegliere tre opzioni: *Lectures*, che consente di vedere le lezioni in formato MP4 registrate, *Courses*, che consente di seguire i corsi con le lezioni, e *Library*, che risulta come una sorta di dizionario dei termini. La figura 3.18 mostra come è la schermata di riproduzione del video di una lezione. Per ultimi i menu *Help* e *Settings* che danno rispettivamente una guida su come utilizzare l'applicazione e il menu di settaggio dell'applicazione, che permette l'inserimento di un URL per la connessione al server e di una password di autenticazione.

Ovviamente le applicazioni che si prestano sono vaste e tutte a favore del lavoro del medico. Il fatto che essa offra il software e l'infrastruttura in modo gratuito e con la possibilità di ulteriore sviluppo da parte di programmatori esperti, ne favorisce l'utilizzo e la divulgazione nel campo del mHealth. Questo, come per le

altre applicazioni che verranno descritte della categoria open-sources, è un punto a favore rispetto a quelle proprietarie. Peraltro, questa applicazione a differenza di quelle precedentemente descritte, è totalmente progettata non solo per favorire il lavoro del medico, ma anche la cooperazione tra i medici dell'azienda ospedaliera.

3.3.2 CodeBlue

Prima di addentrarci in un'altra applicazione open-source, che sarà *Moca* nel capitolo 4 riguardo al *Caso di studio*, ci occuperemo di un concept per lo sviluppo per una piattaforma di wearable sensor: *CodeBlue*.

CodeBlue è un framework, studiato ed implementato dalla *Division of Engineering and Applied Sciences della Harvard University*, che offre un supporto per poter catturare segni vitali di pazienti ed immagazzinare dati che possono essere utilizzati dai medici. La peculiarità di questa applicazione consiste nella possibilità di poter dare gli strumenti per: localizzazione dei dispositivi all'interno della rete, dare una tabella di routing multihop per i dispositivi e una interfaccia di interrogazione dei dispositivi molto semplice. Infatti i dispositivi presi in esame sono dei sensori indossabili, che creano la così detta *WAN (Wearable Area Network)*. La sua funzione principale consiste nella fornitura di uno strumento per il monitoraggio dei segni vitali del paziente.

Il progetto è ben descritto nel white paper che è stata redatta da *Victor Shnyder, Bor-rong Chen, Konrad Lorincz, Thaddeus R. F. Fulford-Jones, and Matt Welsh*, padri dello studio e sviluppo di questa applicazione. Nello studio condotto si discute anche di un utilizzo vero e proprio dell'applicazione in campo medico, utilizzando dispositivi PDA montanti il sistema operativo *Tiny OS* e implementando sensori *ad hoc* per la cattura dei segnali. Per quanto riguarda i dispositivi e la descrizione del sistema *Tiny OS* rimando alla tesi del mio collega Davide Dello Preite (*M-HEALTH: ANALISI E SVILUPPO DEI WEARABLE SENSORS*), nella quale si trova una ampia descrizione del sistema e dei sensori. Quello a cui ci limitiamo in questa tesi è il potenziale di utilizzo di questa applicazione.

Questa applicazione, nella sua implementazione, offre una scalabilità potenziale

della piattaforma e di implementazione di dispositivi, come anche di applicazioni, che possano usufruire delle sue caratteristiche.

Le caratteristiche principali di CodeBlue sono tre: fornisce un framework basato su una tabella di publish/subscribe, consentendo ai dispositivi con sensori multipli di trasmettere i dati a tutti i ricevitori che li richiedono, fornisce un protocollo per la scoperta dei dispositivi, che permette di poter individuare i dispositivi connessi alla rete di CodeBlue, e fornisce una interfaccia di interrogazione dei dispositivi, nella quale si può interrogare un dispositivo specifico (per esempio, un medico può richiedere dati su un paziente solo quando i segni vitali cadono fuori di un intervallo normale). *«Questo modello di comunicazione (del framework, ndr.) si inserisce con naturalezza con le esigenze di applicazioni mediche in cui un certo numero di operatori sanitari potrebbero essere interessati a dati provenienti da sensori sovrapposti in gruppi di pazienti»* [11]

Questa, per via delle caratteristiche illustrate, offre una piena compatibilità con le applicazioni e i dispositivi che possono essere sviluppati per funzionare con essa. Offre anche la possibilità di poter sviluppare strumenti, quali wearable sensors o applicazioni, per la gestione e la cattura rilevazione dei segni vitali di un paziente, con una conseguente agevolazione nella progettazione di essi. È importante citare CodeBlue per dimostrare come la maggior parte dei progetti open-source hanno un risvolto didattico e di ricerca, atta allo sviluppo di infrastrutture e di applicazioni per il campo del mHealth.

Successivamente analizzeremo un caso effettivo di funzionamento di applicazione mHealth, di tipo open-source: *Moca*.

Capitolo 4

Caso di studio: Moca

4.1 Cos'è Moca e come funziona

Moca è una applicazione della *Sana Mobile*, un team di ricercatori e studenti volontari del *MIT (Massachusetts Institute of Technology)*, ed è una applicazione nel campo del mHealth di tipo open-source. Moca è stata sviluppata per la piattaforma Android, è gratuita ed è possibile scaricare il sorgente dell'applicazione e dell'infrastruttura server dal suo sito di riferimento.

«La nostra missione è quella di rivoluzionare l'assistenza sanitaria nelle zone più remote attraverso servizi innovativi di informazione mobile che migliorano l'accesso dei pazienti agli specialisti del settore medico per una più veloce, di alta qualità, diagnosi e di intervento tempestivo. Sulla base del lavoro e dei contributi degli studenti, volontari, le organizzazioni partner e gli sponsor, Sana offre una raccolta dei dati open-source, piattaforme di collaborazione per la ricerca clinica e le migliori pratiche per la cura della salute per le popolazioni rurali meno abbienti» [12] Secondo quanto riportato da questa citazione, il più grande problema in quei paesi, in cui la tecnologia e la salute pubblica non si sono sviluppate come nei paesi industrializzati, è la mancanza di strumenti per agevolare e divulgare la conoscenza della salute. L'obbiettivo di Sana Mobile è quello di fornire un supporto facile, intuitivo e totalmente gratuito ai medici che si trovano in quelle zone. Ovviamente gli strumenti che offrono sono utilizzabili ovunque e sono rivolti a tutte le possibilità. L'applicazione è stata progettata per fornire un servizio *end-to-end* che

collega, senza soluzione di continuità, gli operatori sanitari e i professionisti della medicina. Il team di sviluppo dell'applicazione non è composto solo da un team di informatici, ma riunisce l'esperienza di collaborazione con degli specialisti della medicina, informatica sanitaria, manager di aziende sanitarie ed economisti, in modo da poter fornire un servizio completo ed efficace.

Il progetto segue un modello *mobile centric*, cioè ogni operazione può essere eseguita attraverso dispositivi mobili connessi alla rete, utilizzando connessioni wireless ma, soprattutto, dando la possibilità di usare la rete cellulare. Questo agevola la possibilità di utilizzarla anche in aree sprovviste di una connessione a banda larga, e quindi di appoggiarsi alla rete cellulare. Non solo, grazie alla sua innovazione, è possibile usare l'applicazione anche in aree con una copertura cellulare bassa, rendendola efficace ed efficiente. Sana Mobile offre una soluzione in cui è possibile sviluppare delle personalizzazioni, consentendo alle aziende che usano il prodotto di creare applicazioni che possono essere usate dinamicamente sulla piattaforma, consentendone una alta personalizzazione. Infatti la piattaforma è rilasciata con la licenza *BSD License*, che permette di sviluppare, modificare e migliorare il codice presente nell'applicazione e nell'infrastruttura software. Il progetto di Sana Mobile, con un effettivo utilizzo è stato sperimentato da diversi ospedali tra cui: *NARAYANA HRUDAYALAYA a BANGALORE in INDIA, SAO PAULO in BRASILE, MANILA nelle PHILIPPINES, SWAZILAND in AFRICA*, ecc. Cominciamo descrivendo le potenzialità e dando una panoramica dell'infrastruttura software.

Il progetto di Sana Mobile si articola di due applicazioni: l'applicazione mobile chiamata *Moca* e di una applicazione server chiamata *Sana Dispatch Server*. Il compito dell'applicazione *Moca* è quello di catalogare e visionare dati sui pazienti e di poter effettuare una comunicazione tra medici che hanno accesso alla rete. Mentre il compito dell'applicazione *Sana Dispatch Server* è quello di smistare le richieste e i dati raccolti, di immagazzinarli e di approntare un canale diretto di comunicazione con l'applicazione mobile. Il *Sana Dispatch Server* è composto da un web server collegato in rete e da una servlet che gestisce i record clinici: ***OpenMRS***. «*OpenMRS* è una piattaforma software ed una applicazione di riferimento che consente di progettazione di un sistema personalizzato di medical records

senza conoscenze di programmazione (anche se le conoscenze mediche e analisi dei sistemi è richiesto). Si tratta di una piattaforma comune su cui l'informatica medica può essere costruita con gli sforzi dei paesi in via di sviluppo. Il sistema è basato su una struttura di database concettuale che non dipende dai tipi di informazioni mediche, le quali devono essere raccolte o specificate in forme di raccolta dati, e così può essere personalizzata per usi diversi» [13]. Ci sono diversi livelli per la progettazione di medical records che fornisce OpenMRS:

- Un modello dati che prende come modello il *Regenstrief model*, che ha una storia di trent'anni di scalabilità comprovata e basata su un dictionary concept.
- Delle API che consentono ad ogni sviluppatore un metodo di chiamata dei dati piuttosto che imparare il modello dei dati stessi.
- Una applicazione web che comprende un modello front-end e che estende le funzioni principali.

Nel progetto di Sana Mobile, il lavoro di OpenMRS è quello di implementare la gestione dei dati clinici dei pazienti in modo che possano essere reperti sia dall'applicazione mobile, sia dal medico che si collega al server web Sana. Sana Dispatch Server utilizza una versione di OpenMRS con una patch, che consente di avere una coda di attesa per le diagnosi, oltre a consentire l'invio di immagini e la possibilità di allegare queste al record del paziente. Sana Dispatch Server è responsabile della comunicazione da e verso i dispositivi mobili registrati nel sistema, di ricevere i dati mandati dai dispositivi e della pacchettizzazione che essi eseguono. Non solo, per via del fatto che si devono usare delle connessioni che non supportano la banda larga, come certi tipi di connessione cellulari, Sana offre un sistema robusto, affidabile e leggero con un basso costo di trasferimento di dati. Infatti Sana Dispatch Server fornisce:

- *Sincronizzazione*: quando una procedura viene completata, se non è possibile mandare i dati poichè la banda di trasmissione non lo permette, i dati vengono memorizzati in locale nell'applicazione. Alla sincronizzazione i dati vengono

poi inviati successivamente mediante la sincronizzazione con il server, che ne consente l'immagazzinamento. Questo è possibile grazie ad un servizio in background dell'applicazione mobile che consente di rimanere in ascolto fino a quando è possibile l'invio dei dati.

- *Pacchettizzazione*: con la possibilità dell'invio di video ed immagini che possono occupare grandi dimensioni o la banda di trasferimento può essere limitata, si fornisce uno strumento di pacchettizzazione dei dati, in modo che la larghezza della banda non venga sprecata.
- *Trasferimenti multimodali*: si ha la possibilità di inviare al server i dati in molteplici modi, utilizzando connessioni senza fili come WIFI e GPRS, o anche attraverso comunicazioni USB. Si può usare anche lo strumento degli SMS, per l'invio di comunicazioni ad infermieri o personale clinico.

Il server è facilmente configurabile ed installabile su macchine di diverso tipo. Nel wiki del progetto ci sono diverse guide che spiegano come installare ed utilizzare il server, la sua configurazione ed i suoi componenti. Nel paragrafo successivo verranno spiegati nel dettaglio questi meccanismi.

Come detto precedentemente l'applicazione mobile è una applicazione che è stata progettata per girare su terminali Android, infatti tra i requisiti per il suo funzionamento si deve avere: una versione di Android 2.1 o superiore e la possibilità di una connettività senza fili, che sia di tipo WIFI che GPRS o UMTS. Lo scopo dell'applicazione è quello di immagazzinare e visualizzare i dati dei pazienti, le comunicazioni tra medici e infermieri, creando un canale di comunicazione tra medico e personale sanitario in modo facile ed intuitivo. Descriviamo alcune caratteristiche dell'applicazione:

- La possibilità, tramite le funzioni dell'applicazione, di formazione e soluzione di casi per il personale medico e sanitario utilizzando il dispositivo mobile.
- Una soluzione open-source per incoraggiare il riutilizzo delle caratteristiche dell'applicazione in fase di sviluppo.

- Un database specializzato che contiene non solo informazioni dei pazienti, ma un vero e proprio centro di raccolta dati attraverso immagini, video e registrazioni, il quale può anche essere un trampolino di lancio per l'integrazione con una A.I.
- Possibilità di scaricare le informazioni sul dispositivo, consentendone la visualizzazione anche quando la connessione risulta scarsa o inesistente.
- Trasferimento dei dati attraverso algoritmi e protocolli di sicurezza, in modo da garantire un upload di essi anche in aree povere di segnale.

Come si può vedere, uno dei punti di forza di questa applicazione è la sua versatilità, dovuta al fatto che essa è scritta e rilasciata con una licenza open-source. Questo facilita lo sviluppo di altri strumenti, che siano di integrazione o anche di modifica, da parte di chi utilizza il sistema. Risulta utile per chi si affaccia per la prima volta nel mondo del mHealth ed è intenzionato a sviluppare la propria applicazione.

Un'altra interessante caratteristica di questa applicazione riguarda la cooperazione tra i medici. Infatti ogni medico registrato nel sistema ha una sua chiave d'accesso, che gli consente di vedere i progressi e i dati del paziente sia sull'applicazione che sul proprio PC, collegandosi al sistema OpenMRS. Questo aspetto risulta molto interessante, poichè se si dovessero verificare delle emergenze, è possibile averne una comunicazione tempestiva ovunque e qualunque sia il dispositivo utilizzato. Questa funzione risulta comoda per gli infermieri, che possono segnalare l'aggravarsi delle condizioni del paziente in modo rapido.

L'applicazione mobile gode di tutte le proprietà che appartengono al server: la *Pacchettizzazione*, che consente all'applicazione di mandare sottoforma di pacchetti le informazioni al server in modo da agevolarne la trasmissione anche con carenza di segnale, la *Sincronizzazione*, nella quale un servizio in background nel dispositivo rimane in ascolto fino a che è possibile inviare i dati raccolti, e *Trasferimenti multimodali*, consentendo all'applicazione di interfacciarsi con tutte le interfacce che il dispositivo ha da offrire (WIFI, GPRS, USB, ecc.). Una funzione interessante è proprio la comunicazione e la gestione anche tramite SMS: infatti un medico può

essere avvertito, per esempio, sull'aggravarsi delle condizioni del paziente e poichè la connessione dati può essere carente o assente, si ha la possibilità di ricevere un SMS, che ha una comunicazione di latenza minore di una comunicazione via internet e di una ricezione più tempestiva con carenza di segnale mobile. Nel paragrafo successivo verrà descritto un vero e proprio utilizzo dell'applicazione, con relative schermate di utilizzo con un server approntato.

4.2 Utilizzo di Moca

In questo paragrafo verrà descritta un utilizzo effettivo dell'applicazione *Moca* su di un dispositivo Android e su un server approntato per il funzionamento. Sono state seguite le guide sul wiki di riferimento del progetto di *Sana Mobile*, dove si possono trovare tutte le risorse per approntare un server funzionante per un utilizzo effettivo. Le guide che sono state usate per esplicitare il caso di studio Moca si trovano all'indirizzo <http://sana.mit.edu/wiki/index.php?title=Installation>, il quale spiega come installare il server all'interno di un computer che utilizza Ubuntu, e all'indirizzo http://sana.mit.edu/wiki/index.php?title=Setup_Servers, che mostra come installare l'applicazione server all'interno di un computer che utilizzi un qualsiasi sistema operativo.

I dispositivi che sono stati utilizzati per fare questo testing sono: un cellulare HTC DESIRE che monta una CPU *Snapdragon* da 1GHz della *Qualcomm*, una GPU 250 della *Andreno*, con memoria RAM da 512MB e memoria Flash da 512MB, e di un server utilizzando una macchina virtuale *VirtualBox* con una configurazione CPU singlecore da 1.3 GHz, memoria RAM da 512MB, Disco Fisso da 20 GB e S.O. Linux Ubuntu 10.04 LTS. È stata scelta questa configurazione del server per motivi di testing, e per via del fatto che è caldamente consigliato utilizzare un sistema operativo che sia Linux, in particolare Ubuntu 10.04 LTS.

Ci sono tre grandi step per poter utilizzare l'applicazione Moca: Installazione dei programmi e del programma server, Configurazione del server e Utilizzo dell'applicazione Moca. Cominceremo con una descrizione su come installare il sistema del server, attraverso la semplice guida, e del suo funzionamento a lato informatico,

per poi descrivere l'applicazione, sia a lato informatico che nel suo utilizzo.

Per prima cosa è necessario disporre di una macchina, in questo caso è stata usata una macchina virtuale, con Ubuntu 10.04 LTS installato e funzionante. Successivamente è possibile installare il server in due modi: uno manuale ed uno automatico, che sfrutta l'installazione tramite l'aggiunta delle repository del progetto. Si è scelto, per ragioni di comodità, di usare il secondo metodo. Infatti risulta molto efficiente e vantaggioso in termini di semplicità rispetto all'installazione manuale. Vediamo quali sono i comandi da terminale per l'installazione ed il funzionamento del server:

```
% aggiunta degli indirizzi delle repository
```

```
1) sudoedit /etc/apt/sources.list
```

```
2) deb http://archive.canonical.com/ubuntu lucid partner
```

```
3) deb http://demo.sana.csail.mit.edu/packages/ubuntu/ sana/
```

```
% aggiornamento delle repository e installazione del programma
```

```
4) sudo aptitude update
```

```
5) sudo aptitude install sana
```

```
% configurazione del Sana Dispatch server
```

```
6) sanashell init
```

```
7) sanashell ca
```

```
% apertura della pagina del OpenMRS Database
```

```
8) sanashell co
```

Come si può vedere, l'installazione risulta semplice ed intuitiva per chiunque, lanciando da terminale dei semplici comandi. I comandi delle prime tre righe servono per l'aggiunta delle repository del progetto all'interno del sistema, che consentono di scaricare il programma e di riceverne ulteriori aggiornamenti. I comandi delle righe 4) e 5) aggiornano le repository e installano il programma: il programma verrà identificato come programma unico, chiamato *sanashell*, ma si compone di tutti gli strumenti che sono stati descritti precedentemente. In fase di installazione, Ubuntu cerca le dipendenze per ogni pacchetto, sollevando l'onere al sistemista. I comandi delle righe 6), 7) e 8) servono per la configurazione iniziale del server, con l'inserimento dei dati e l'inizializzazione degli strumenti, come OpenMRS. Infatti si può scegliere la configurazione che OpenMRS deve avere, incluso amministratore di sistema e i dati da caricare. In questo studio sono stati usati dei dati dimostrativi forniti direttamente da OpenMRS in fase di configurazione. Successivamente si ha la finestra del browser per il primo accesso nel server OpenMRS. Infatti da OpenMRS è possibile configurare tutte le funzionalità e l'accesso ai dati, aggiunte di utente e visualizzazione, nonché modifica, dei dati dei pazienti. La figura 4.1 e 4.2 mostra la schermata di avvenuto login ed il menu di configurazione come descritto fino ad ora.

Nella schermata di amministrazione è possibile notare la vasta gamma di personalizzazioni, tra cui: la gestione dei pazienti, con i dati anagrafici e le anamnesi, la gestione degli utenti che sono registrati nel sistema, gestione delle località, e la gestione degli ordini, che consente gestire le direttive impartite dai medici o infermieri per un determinato paziente. La personalizzazione ed il controllo da parte dell'amministratore è totale nel sistema. Ogni utente del sistema ha determinati privilegi in esso, su cui certe funzioni sono precluse rispetto ad altri utenti. La gestione dei permessi si divide soprattutto tra amministratore ed utente, ma variano tra di essi. Essi possono variare per privilegi o ruoli, a seconda di chi si intende: un ruolo può essere di tipo *Provider* o *System Developer*, come un privilegio può essere di tipo *User* o *Super User*.

A lato informatico, il server OpenMRS è implementato attraverso una servlet ***Tom-Cat*** che gestisce le richieste da e verso di esso, sia utilizzando l'interfaccia web sia

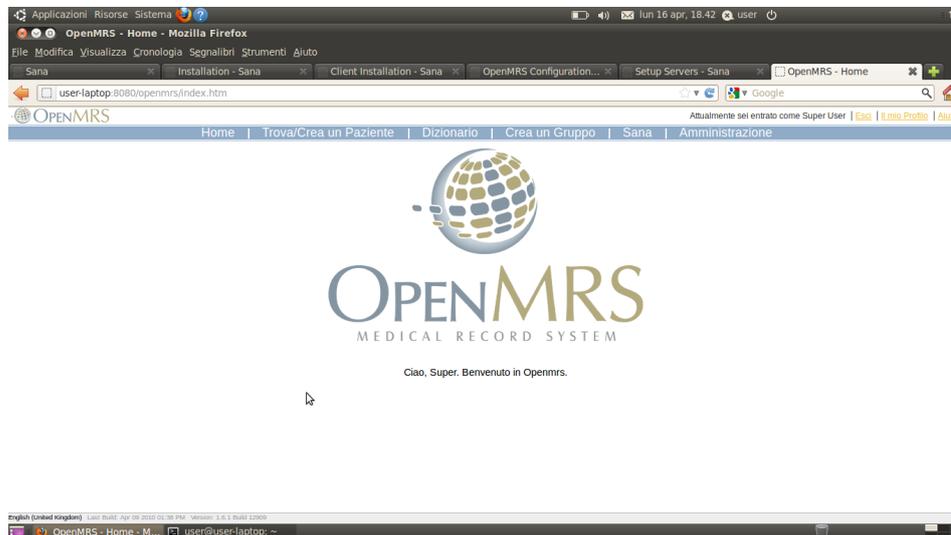


Figura 4.1: Selezione di login di OpenMRS

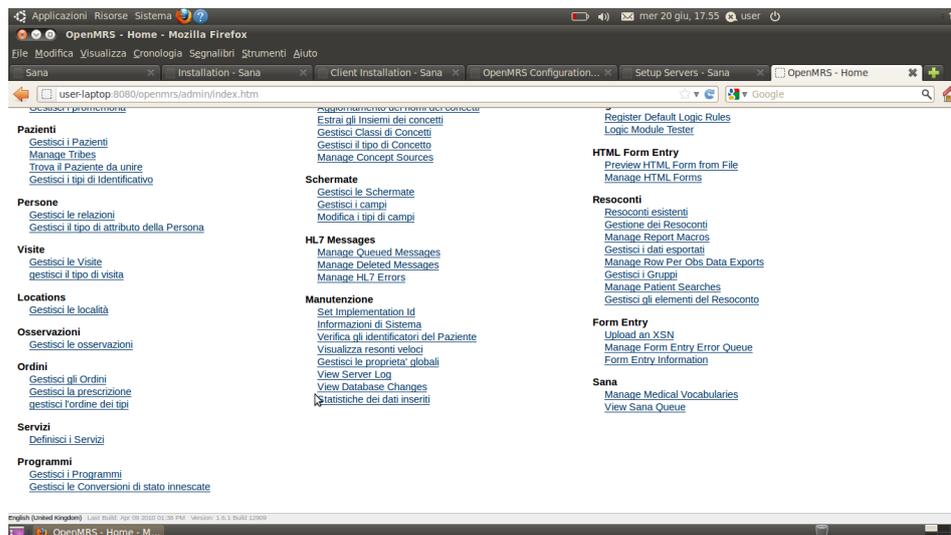


Figura 4.2: Schermata di amministrazione di OpenMRS

utilizzando l'applicazione Android. La comunicazione tra questo e l'applicazione, con conseguente invio dei dati, avviene attraverso una connessione di tipo **HTML**, nella quale i dati vengono mandati sottoforma di *oggetti JSON*. Mentre la gestione del server Moca avviene tramite script scritti in *Python*.

Il Sana Dispatch Server è diviso principalmente in due parti: il *Moca Dispatch Server* e il *OpenMRS Module*. Il primo è la parte del server che si occupa delle richieste e della reperibilità dei dati tra l'applicazione mobile e il server. Esso è composto da diversi Scripts Python che ne gestiscono il funzionamento. Mentre il OpenMRS Module è quella parte del server che integra le funzionalità di Sana Dispatch Server a quelle presenti in OpenMRS.

Il OpenMRS Module si articola in tre componenti: il *Moca Module*, che si occupa dell'interfacciamento tra OpenMRS e le richieste effettuate da Moca, il *Flash Viewer*, che consente la visione di contenuti FlashTM, e il *Viewer*, che consente la visione e l'integrazione di immagini e video all'interno dei tracciati record nel sistema di OpenMRS. La possibilità di integrazione delle funzionalità di OpenMRS è data dal fatto che essa è implementata come una servlet *Tocmcat*, che ne garantisce l'esecuzione. Inoltre la servlet permette l'introduzione di moduli appositamente creati per essa attraverso le API fornite, come ad esempio i moduli che usa il Sana Dispatch Server. La grande potenzialità di integrazione e di sviluppo permette l'aggiornamento e l'aggiunta di funzionalità in modo costante, fornendo innovazione agli utilizzatori finali e la possibilità di ricerca nel capo del mHealth e eHealth. L'applicazione Moca utilizza le API sviluppate per la piattaforma Android di Google, ed una comunicazione tramite protocollo HTML e oggetti JSON, come detto precedentemente. Nel seguente frammento di codice, tratto dal codice sorgente dell'applicazione Moca al file **MDSInterface.java**, è possibile notare proprio come gli oggetti JSON vengano usati per, in questo caso, mandare dati al server riguardo ad un paziente.

```
public static boolean submitCase(Uri uri, Context context)
    throws APIException {
    SharedPreferences preferences = PreferenceManager.
        getDefaultSharedPreferences(context);
```

```
String mdsURL = preferences.getString(Constants.  
    PREFERENCE_MDS_URL,  
    Constants.DEFAULT_DISPATCH_SERVER);  
String phoneIdentifier = preferences.getString("  
    s_phone_name", Constants.PHONE_ID);  
String username = preferences.getString(Constants.  
    PREFERENCE_EMR_USERNAME, Constants.DEFAULT_USERNAME);  
String password = preferences.getString(Constants.  
    PREFERENCE_EMR_PASSWORD, Constants.DEFAULT_PASSWORD);  
...  
class ElementAnswer {  
    public String id;  
    public String answer;  
    public String type;  
    public ElementAnswer(String id, String answer, String  
        type) {  
        this.id = id;  
        this.answer = answer;  
        this.type = type;  
    }  
}  
  
JSONObject jsono = new JSONObject();  
int totalBinaries = 0;  
ArrayList<ElementAnswer> binaries = new ArrayList<  
    ElementAnswer>();  
for(Entry<String,Map<String,String>> e : elementMap.  
    entrySet()) {  
    try {  
        jsono.put(e.getKey(), new JSONObject(e.getValue()));  
    } catch (JSONException e1) {  
        Log.e(TAG, "Could not convert map " + e.getValue().  
            toString() + " to JSON");  
    }  
}
```

```

    }
    String id = e.getKey();
    String type = e.getValue().get("type");
    String answer = e.getValue().get("answer");
    ...

```

In questo caso si nota come la risposta venga strutturata attraverso la definizione di una nuova classe di tipo **Element Answers** in modo da poi inserire i dati all'interno della classe *JSONObject*. L'applicazione, con risposte e richieste tramite procedure richiamanti oggetti JSON, ha la possibilità di un invio dei dati attraverso dei pacchetti di informazioni, come spiegato precedentemente nelle caratteristiche dell'applicazione. La classe **MDSInterface.java** si occupa anche di questo.

```

The process for uploading a procedure is as follows (item
    number two takes
* place on a remote server, the other steps take place in
    the code in this
* source file):
*
* 1) Post question/response pairs from completed procedure
    via http, tagging it
* with procedure, patient, and phone IDs.
* 2) Moca Dispatch Server (MDS) parses the questions to see
    if they include any
* binary elements (i.e. a page in the procedure that asks
    to take a
* picture). If there are pending binary uploads, MDS
    knows to expect them
* and does not send the completed upload to OpenMRS until
    all parts are
* received.
* 3) For each binary element, Moca uploads chunks of the
    element to the

```

```
*   MDS. The size of these chunks starts at a default size.
    Each chunk is
*   tagged with a procedure, patient, and phone ID as well
    as an element
*   identifier and the start and end byte numbers (
    corresponding to the chunk
*   location).
* 4) If the first chunk successfully uploads, the chunk size
    for the next chunk
*   transmission doubles. If the post fails, the chunk size
    halves.
* 5) If the chunk size falls below a default "give up"
    threshold, the procedure
*   is tagged as not- finished-uploading, and Moca waits to
    transmit the rest
*   of the completed procedure at a later time. If the
    entire binary element
*   is successfully transmitted, it moves on to the next
    element.
* 6) It repeats steps 3-5 for subsequent elements, but
    instead of starting at
*   the default chunk size for each transmission, it now
    has knowledge about
*   the connection quality and uses the last successful
    transmission size from
*   the last binary element as a starting point.
```

Il frammento di codice che si trova sopra descrive come opera la classe *MDSInterface.java* negli step che si affrontano per inviare una richiesta POST HTML al Sana Dispatch Server, per l'upload dei dati. Infine descriviamo come si presenta l'applicazione in un caso di utilizzo reale.

La prima schermata di Moca, che è rappresentata nella figura 4.3, si presenta come una schermata molto semplice, con tre menu: *Start New Encounter*, che è



Figura 4.3: Schermata iniziale dell'applicazione Moca

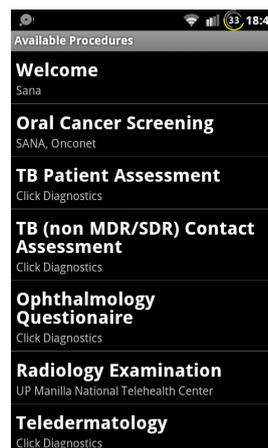


Figura 4.4: Schermata di selezione della procedura dell'applicazione Moca

la funzione di inserimento di record dei pazienti con le procedure precaricate dal server, *View Prior Encounters*, che visualizza le procedure con priorità riguardanti i pazienti presi in gestione, e *View Notification*, che mostra le notifiche mandate al dispositivo del medico referente. Se si seleziona la prima funzione, si entra in un menu in cui si visualizzano tutte le procedure avviabili (si veda la figura 4.4), che mostrano non solo un inserimento dei pazienti con una patologia specifica o generica, ma anche la possibilità di visionare i pazienti già presenti nel sistema. Ogni paziente è identificato da un ID univoco, per una identificazione più rapida, che consente anche al medico di vedere se il paziente è già stato registrato nel sistema o meno (si veda la figura 4.5). All'inserimento di un paziente, si hanno diversi step in cui vengono richiesti i dati del paziente: nome, cognome, data di nascita, sesso, ecc. L'applicazione offre la possibilità di inviare immagini riguardanti la patologia del paziente, se necessarie. Questo strumento offre anche la possibilità di una diagnosi visiva da parte di altri medici, chiedendo, per esempio, un consulto. Questa caratteristica è ben visibile nella figura 4.6. È anche possibile l'invio di video e registrazioni, non solo di immagini. Una volta creata la nuova procedura, si procede all'upload secondo le modalità spiegate precedentemente.

La funzione *View Encounter* consente di entrare in un menu in cui sono stati caricati o scaricati i pazienti che sono stati presi in cura da medico. Questa funzione

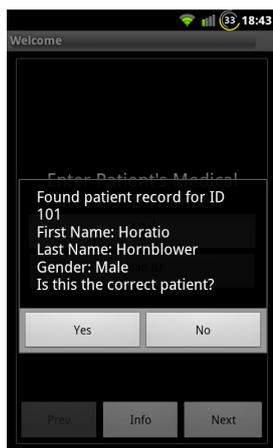


Figura 4.5: Schermata di visualizzazione di un paziente mediante ID nell'applicazione Moca

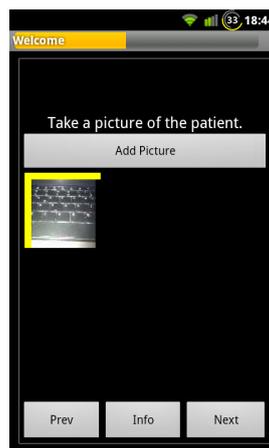


Figura 4.6: Schermata di inserimento immagini nell'applicazione Moca

consente una memorizzazione dei dati in locale nel dispositivo, per esempio nella sua memoria interna o esterna, consentendone una consultazione successiva senza che si debba essere connessi alla rete. Si può notare che all'interno di questo menu, è possibile, in caso di fallimento dell'invio dei dati, un successivo invio manuale, nella voce che viene visualizzata premendo il tasto funzione menu del dispositivo. La funzione *View Notification* serve per segnalare al medico quali sono le notifiche da parte del sistema riguardo ai pazienti che sono in cura. Questa funzione è molto utile nei casi in cui, per esempio, una infermiera deve segnalare l'aggravarsi delle condizioni del paziente e si richiede l'intervento del medico, oppure per mandare la richiesta di un consulto ad un altro medico, che visualizza la richiesta nel suo dispositivo o nel suo PC.

Ritornando alla schermata principale, premendo il tasto menu del dispositivo si possono visualizzare tre voci importanti:

- ***Reload Database***: funzione che serve per ricaricare tutto il database dei pazienti dal server, cancellando tutte le informazioni sui pazienti presenti sul dispositivo.
- ***Settings***: accede al menu di configurazione.

- *Sync*: permette la sincronizzazione dei dati tra il dispositivo ed il server.



Figura 4.7: Selezione di login di OpenMRS

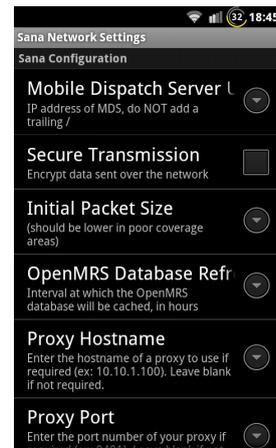


Figura 4.8: Schermata di amministrazione di OpenMRS

Il menu *Settings* consente di configurare l'applicazione. La prima schermata che viene visualizzata in questo menu, data dalla figura 4.7, è la schermata di inserimento del numero di telefono, nome utente e password. Successivamente, ci sono due sottomenu: *Sana Network* e *Sana Resources*. Il sottomenu *Sana Network* permette di configurare i parametri del network a cui è collegato il dispositivo per potersi interfacciare con il sistema. Nella figura 4.8 è possibile vedere la possibilità di configurare l'indirizzo del server, la dimensione dei pacchetti, una connessione sicura ed un eventuale proxy. Mentre il sottomenu *Sana Resources* consente di configurare la destinazione dei dati, la scala delle immagini e la possibilità di vedere tutti i record e le risorse messe a disposizione dal server.

Come si può notare, l'applicazione Moca è il più vasto e attivo progetto open-source didattico nel campo del mHealth, con un potenziale molto vasto e pronto ad essere utilizzato su campo.

Capitolo 5

Conclusioni

Questa tesi ha voluto affrontare un campo dell'informatica che è in costante evoluzione, al contempo molto giovane e molto maturo. Il tema della salute della persona è molto delicato nella nostra società e l'evoluzione tecnologica che è in atto in questo ultimo decennio ha dato la possibilità di poter sviluppare delle tecnologie atte a migliorare la quotidianità della persona, tra cui la salute della persona. Con l'avvento di dispositivi portatili e computer di sempre più ridotte dimensioni, dal 2005 in poi si ha un picco dell'evoluzione di queste tecnologie: ci si rende conto che, con la diffusione degli smartphone e della connessione internet a banda larga, è possibile curare e fornire assistenza sanitaria alle persone con estrema facilità e comodità d'uso. Da questo momento in poi, le aziende ospedaliere, come anche le aziende private, si rendono conto che diventa necessario usare queste tecnologie, in modo da poter fornire un servizio con standard elevati e di massima efficienza.

La tesi esplora tutti questi aspetti, mostrando quali sono le tecnologie adottate dai privati e che vengono sviluppate nella ricerca, utilizzando approcci diversi sia in campo informatico che in campo medico. Infatti si ha una convergenza tra informatica e medicina: al giorno d'oggi, l'una fornisce e sviluppa strumenti alla medicina, progredendo nella sua evoluzione, l'altra si serve, talvolta in modo indispensabile, degli strumenti forniti consentendone una agevolazione nelle pratiche mediche. Basti pensare ad applicazioni come Moca e Airstrip: queste due applicazioni rappresentano gli aspetti di agevolazione, sviluppo e collaborazione tra medicina ed informatica.

La tesi affronta le tematiche inerenti alla salute del paziente in modo semplice, senza tener conto di un aspetto: per poter approvare l'utilizzo di queste applicazioni in campo medico, talvolta è necessario sottoporle a rigidi protocolli sanitari, soprattutto se si forniscono delle funzionalità di criticità della salute, come AirStrip, che devono avere una affidabilità certificata. Questo step non è stato affrontato all'interno della tesi, ma risulta importante per poter lo sviluppo futuro delle applicazioni e per chi si avvicina la prima volta in questo campo. È più che comprensibile l'utilizzo di protocolli rigidi riguardanti questo tipo di applicazioni, a seconda delle funzionalità, poiché si tratta della salute della persona, e se una applicazione, come uno strumento, non segue delle rigide linee di testing può provocare dei danni irreparabili al paziente, con anche conseguenti azioni legali verso il fornitore del servizio e lo sviluppatore dell'applicazione. Anche il tema della sicurezza dei dati, come la legge HIPAA citata nell'applicazione Airstrip che fornisce delle linee guida per lo scambio elettronico dei dati nel sistema sanitario statunitense, è una componente fondamentale per lo sviluppo di queste applicazioni.

Tutte le applicazioni svolgono compiti interessanti ed utili per quanto riguarda la salute del paziente, agevolandolo nella vita quotidiana, e fornendo gli strumenti necessari al medico per poter fare delle diagnosi tempestive ed accurate. Una delle funzioni più usate in questo tipo di applicazioni è infatti la possibilità di comunicare e fornire, in modo tempestivo, una diagnosi e la cura relativa. Applicazioni come Moca e Airstrip danno la possibilità di poter creare un canale diretto tra medico e, per esempio, personale medico, fornendo strumenti per la comunicazione efficienti e veloci.

Un'altra funzione molto utile è quella della cattura dei segni vitali e della visualizzazione di essi in tempo reale. Come si può vedere dalle applicazioni discusse nella tesi, le applicazioni proprietarie puntano molto su questo strumento, che risulta utile al medico anche per tenere sotto controllo a distanza il paziente. Anche CodeBlue, il concept open-source, fornisce questa funzionalità, dando un trampolino di lancio per lo sviluppo di questo tipo di applicazioni. Quindi si può notare come gli strumenti di uso comune (termometro, ECG, analisi del sangue) nella carriera del medico possono essere sviluppati e integrati attraverso gli smartphone e tablet,

i quali forniscono tutte le caratteristiche minime necessarie al funzionamento di queste (Connessione alla rete mobile, Connessione WIFI, Interfacce fisiche, Sistemi operativi che gestiscono applicazioni).

Il mondo dell'mHealth risulta innovativo e già , a suo modo, maturo, nonostante la sua incredibile e continua evoluzione. La moltitudine di applicazioni è destinata a crescere e in futuro si avranno degli standard che consentiranno di utilizzare le tecnologie presenti e future, creando un canale di cooperazione tra applicazioni, software house e infrastrutture software per assolvere ai compiti più comuni del medico. Questa tesi ha voluto dare un primo assaggio di questo mondo, dandone una panoramica e offrendo spunti di riflessione sulle tecnologie, e, chissà, dare uno spunto per migliorare le applicazioni e le tecnologie presenti al giorno d'oggi.

C'è vero progresso solo quando i vantaggi di una nuova tecnologia diventano per tutti. [Henry Ford, 1863-1947]

Bibliografia

- [1] *mHealth*. 2011. URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/MHealth> (cit. a p. 11).
- [2] Google Play. *Instant Heart Rate. Panoramica su Google Play*. 2011. URL: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.azumio.instantheartrate.full&feature=search_result#?t=W251bGwsMSwxLDEsImNvbS5henVtaW8uaW (cit. a p. 13).
- [3] NSIS. *Il Fascicolo Sanitario Elettronico. Linee guida nazionali*. 2010 (cit. a p. 15).
- [4] AirStrip TechnologiesTM. *Be There From Anywhere: The AirStrip Story*. URL: http://www.airstriptechnology.com/Portals/_default/Skins/AirstripSkin/Corporate/AboutUs/tabid/75/Default.aspx (cit. a p. 22).
- [5] AirStrip TechnologiesTM. *Technology beyond the compression algorithm*. URL: http://www.airstriptechnology.com/Portals/_default/Skins/AirstripSkin/Corporate/OurTechnology/tabid/77/Default.aspx (cit. a p. 23).
- [6] AirStrip TechnologiesTM. *AirStrip CARDIOLOGY uniquely delivers three things*. URL: http://www.airstriptechnology.com/Portals/_default/Skins/AirstripSkin/tabid/133/Default.aspx (cit. a p. 24).
- [7] Spacelabs HealthcareTM. *ICSX-PREZZ Brochure*. 2011. URL: http://www.spacelabshealthcare.com/documents/product_brochure_551.pdf (cit. a p. 30).
- [8] Medisana. *L'assistente personale per la glicemia*. 2012. URL: <http://www.vitadock.com/it/glucodock/glucodock-caratteristiche.html#c840> (cit. a p. 35).

- [9] Medisana. *Tecnologia 3 MAM rivoluzionaria*. 2012. URL: [http://www.vitadock.com/it/cardiDock/cardiDock-caratteristiche.html#c670](http://www.vitadock.com/it/cardidock/cardiDock-caratteristiche.html#c670) (cit. a p. 37).
- [10] *eMocha, electronic Mobile Open-source Comprehensive Health Application*. URL: <http://emocha.org/blog/> (cit. a p. 40).
- [11] Konrad Lorincz Victor Shnayder Bor-rong Chen. *Sensor Networks for Medical Care*. 2005 (cit. a p. 44).
- [12] Sana Mobile. *Mission of Sana Mobile*. 2012. URL: <http://sana.mit.edu/mission/> (cit. a p. 45).
- [13] *Open MRS definitio wiki*. 2012. URL: <http://openmrs.org/about/> (cit. a p. 47).

Ringraziamenti

Dopo tanto tempo sono riuscito a conseguire la laurea in Informatica, un traguardo significativo nella mia vita. Per questo ci tenevo a ringraziare le persone che mi hanno seguito e aiutato in questo percorso.

In primis ringrazio, dal profondo del cuore, i miei genitori Patrizia e Gianluigi. Ringrazio mio padre, per avermi dato l'opportunità di poter conseguire la laurea nell'università di Bologna, e, soprattutto, di avermi sempre incoraggiato, in ogni situazione, di avermi infuso coraggio, di avermi messo sotto pressione sempre nel modo giusto, di aver usato sempre le parole giuste, di conforto e di incoraggiamento. Ti ringrazio Babbo per la tua grande disponibilità in tutto, per la tua comprensione, per i momenti di frustrazione e per avermi dato l'opportunità di poter conseguire la laurea. Ti ringrazio e spero che tu possa essere orgoglioso di me. Farò sempre del mio meglio, come mi hai sempre insegnato.

Ringrazio mia madre, sempre presente e comprensiva, che mi ha accompagnato in tutti i passi della mia vita ed ora in questo giorno così importante. Ti ringrazio per il tuo grande entusiasmo quando passavo un esame, per avermi infuso coraggio nei momenti in cui ero giù di morale, per avermi spronato a fare di più e non abbattermi mai. La tua forza d'animo e il tuo sorriso mi insegnano sempre tanto, e per questo, per quello che sei, ti ringrazio. Spero che anche tu possa essere orgogliosa di me come io lo sono di te. Grazie Mamma.

Gran parte della mia laurea è vostra, e vi ringrazio di essermi sempre vicini e per non avermi fatto mancare mai niente. Dedico questa laurea a voi due, mia ispirazione e gioia.

A mia sorella, perchè anche lei cominci un cammino di studi che le consentirà di eccellere nel suo campo. Adesso tocca a te sorellina, ma sono più che certo che ti

farai valere per quello che sei, cioè una bravissima ed intelligentissima ragazza.

Ai miei padrini di battesimo, Luisella e Gianluigi, ringrazio per avermi sostenuto in questo cammino. Vi ringrazio per avermi fatto passare dei momenti di gioia prima di un esame, per le discussioni su Skype, per esservi sempre interessati all'esito di un esame, per aver percorso questo cammino anche voi. Vi ringrazio tantissimo per tutto l'amore che mi avete dato e che mi date sempre ed incondizionatamente.

A mia Nonna, che anche con una semplice telefonata, mi distoglieva la testa dallo studio e si entusiasmava quando passavo un esame. Ti ringrazio Nonna per avermi sempre sostenuto, compreso e aiutato a tuo modo. Grazie mille. Ringrazio anche tutti i miei parenti, che mi sono sempre stati accanto in ogni passo che ho compiuto e che hanno sempre creduto in me.

A Milena, per avermi accompagnato in questo importante tratto della mia vita, nel momento e giorno più importante. Grazie per essermi stata vicino nei momenti di grande sconforto, quando non riuscivo a passare gli esami, e nei bellissimi momenti di felicità. Tu eri lì accanto a me, aiutandomi nei momenti in cui non mi sentivo pronto, calmandomi quando ero agitato per l'ultimo esame. Ti ringrazio per esserti interessata sempre a come stavo, per essermi stata accanto sempre. Grazie dal profondo Amore mio e spero che possa essere fiera di me e di questo traguardo.

A Umberto. Grazie per avermi sostenuto in questi anni di amicizia, per il tuo aiuto, per esserti ricordato e di avermi sempre augurato un bel in bocca al lupo, per essere un caro amico. Ti ringrazio per la grande amicizia che ci unisce, Grazie CICCIO!

Ringrazio tutte le persone che ho incontrato in questo percorso, i miei colleghi ed amici. In particolare ringrazio Barbara Iadarola, Vincenzo Ferrari, Andrea Melis, Gianni Biccone, Alessandro Fogacci, Davide Dello Preite, Hassan El Filali, Aldo Lettieri e tutti gli altri colleghi con cui ho passato dei momenti indimenticabili.

Grazie a tutti voi.