



Simplify the check

Classe 4 INA ITT Buonarroti, Trento:

Baruchelli Nicolò, Bernardi Mattia, Buso Michael, Caldonazzi Alessandro, Chelaru Mircea Paolo, Dalfovo Alessandro, Durak Adrian, Eccel Marco, Eccher Sebastiano, Facchinelli Daniel, Moar Arianna, Pasquali Alessio, Pellegrini Giacomo, Subranni Antonio, Travaglia Tommaso, Vargas Castro Kevin, Ye Daniele, Yuzhda Diana

Docenti ITT Buonarroti, Trento: Raffoni Leonarda, Torrisi Giuseppe

Abstract

At the beginning of this project, the idea was to use artificial intelligence to create an application to calculate the bolus for the correct dosage of the insulin therapy. The application would take into account various parameters, not always considered in this kind of apps, such as proteins and physical activities carried out during the day by a diabetic. Due to SARS-COV-2, the interruption of activities at school and the need of our tutors to focus on the management of the emergency itself, led us to review our plans. We focused on the research process instead of on the final product. Nevertheless, we built a prototype in the Java language whose development turned out to be quite a complex activity, because of the process to apply and of the technical characteristics. This project allowed us to deepen technical aspects of software applications and, thanks to the close collaboration with Cecilia Cainelli, our diabetic tutor, investigate the needs of a diabetic and make a reflection on the impact of technology to the everyday life of patients.

Introduzione

A settembre 2019 la Fondazione Bruno Kessler ci ha proposto di partecipare ad una iniziativa di Citizen Science, la 'Bottega della scienza': consentire ai cittadini della comunità locale di presentare idee e proposte di ricerca scientifica. Tra le proposte selezionate vi è stata quella della cittadina diabetica Cecilia Cainelli, in cui si proponeva di "sfruttare le potenzialità dell'intelligenza artificiale per realizzare un sistema di controllo efficace delle diverse variabili che possono influire sul valore della glicemia".

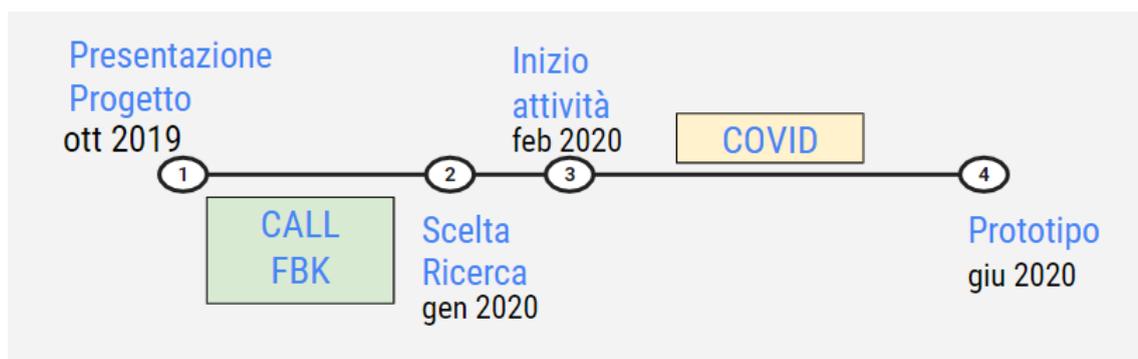
La nostra idea di progetto è partita dal cercare di semplificare e rendere più precise le operazioni comuni svolte da un paziente diabetico, come il dosaggio dell'insulina. Gli obiettivi che ci siamo posti nel corso dello sviluppo del progetto sono stati diversi. In primo luogo si è voluto creare un sistema che potesse ridurre al minimo il margine d'errore e questo ha incluso lo studio degli arrotondamenti

nelle varie fasi di calcolo. Il sistema inoltre voleva risultare intuitivo e di facile utilizzo, anche in presenza di situazioni in cui il paziente non è facilitato nella concentrazione sul calcolo del dosaggio a causa del malessere o della situazione (ad esempio è impegnato sul posto di lavoro). Inoltre si desiderava tenere conto di un insieme di variabili che solo recentemente sono state identificate come capaci di influire sulla glicemia e quindi sul dosaggio dell'insulina, ad esempio le proteine assunte dal soggetto.

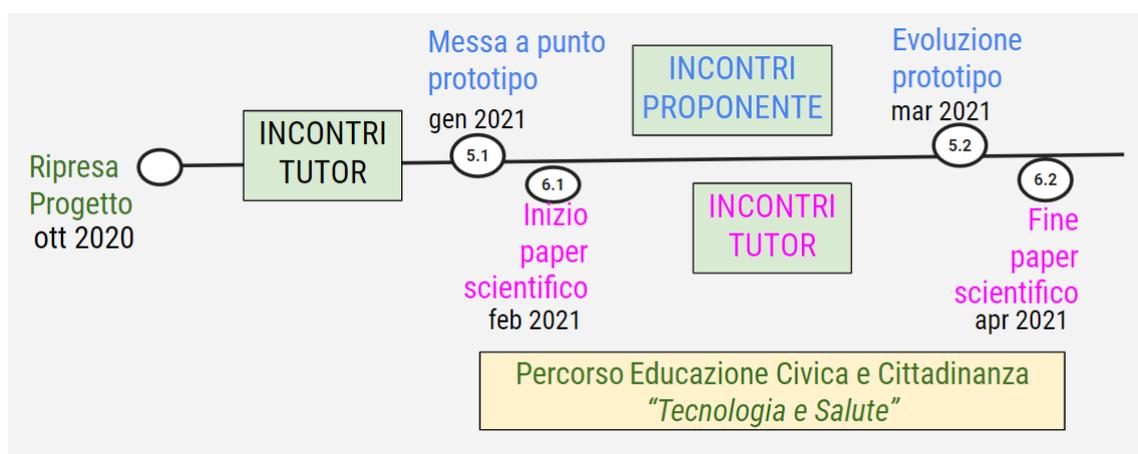
La nostra ricerca non è unica nel suo genere, infatti è stata svolta una ricerca simile già in passato dall'azienda Medtronic^[6] (leader mondiale della tecnologia medica). Medtronic ha realizzato un sistema che consente di controllare automaticamente i livelli di glucosio e di regolare l'infusione dell'esatta quantità di insulina per una protezione dai picchi glicemici 24 ore al giorno, per il trattamento di persone con diabete di tipo 1 a partire dai sette anni di età. Secondo le indicazioni fornite da Medtronic «Il sistema sviluppato deduce in modo indipendente quando e quanta insulina infondere nel corpo, consentendo alla persona diabetica di apportare modifiche in caso di necessità e stabilizzare automaticamente i livelli di glucosio». A differenza dell'azienda Medtronic noi abbiamo lavorato per aggiungere una funzionalità unica in questo campo ovvero il controllo dell'assunzione delle proteine da parte dell'utente e la forte personalizzazione del sistema.

Timeline del progetto nei due anni scolastici in cui si è sviluppato:

A.S. 2019-20:



A.S. 2020-21:



Metodi

La Citizen Science^{[1a][1b]} è un insieme di pratiche che coinvolgono i cittadini nella costruzione del sapere scientifico, in cui appassionati non esperti “aiutano” i ricercatori nel condurre una ricerca, per esempio raccogliendo dati o mettendo a disposizione la potenza di calcolo dei propri computer.

Da circa due anni la Fondazione Bruno Kessler con il progetto “La bottega della scienza”^[2] coinvolge, oltre a cittadini e ricercatori, anche il mondo della scuola: sono infatti gli studenti di alcune scuole superiori del territorio, con la supervisione di ricercatori esperti e grazie alla collaborazione con l’unità FBK Junior, a realizzare i progetti di ricerca basati sulle proposte della cittadinanza. Sotto la guida di Matteo Serra (FBK) e del gruppo FBK Junior ci siamo dedicati alla ricerca di Cecilia Cainelli, la cittadina proponente, che ha fornito l’idea base del progetto. Siamo stati affiancati dal team del dott. Andrea Nicolini, nostro tutor e project manager di Trentino Salute 4.0, che ha promosso la realizzazione dell’applicazione e ci ha seguito nello sviluppo del software.

Per riuscire a sviluppare la proposta di ricerca ci siamo divisi in team, ognuno dedicato ad uno specifico compito. A causa dell’emergenza SARS-COV-2 siamo riusciti a lavorare in presenza solo in alcune fasi; i lavori sono comunque continuati regolarmente a distanza grazie all’organizzazione e alla motivazione dei gruppi e dei tutor.

La prima fase del lavoro si è focalizzata sulla comprensione del contesto e dei materiali a disposizione. In particolare i gruppi dedicati a sviluppo e test del sistema hanno dovuto analizzare a fondo il foglio di calcolo attualmente utilizzato dalla cittadina proponente al fine di comprendere dati e calcoli prima di passare allo sviluppo del prototipo. Questa attività, basata su materiali d’uso individuale, è stata possibile solo grazie al supporto della tutor diabetica. Nel contempo gli altri gruppi di lavoro si sono dedicati alla documentazione e ai materiali multimediali.

Il prototipo è stato costantemente testato nel corso delle varie fasi di sviluppo utilizzando il foglio di calcolo messo a disposizione dalla cittadina diabetica; tramite incontri regolari, seppure svolti a distanza, sono state attuate varie sessioni per la sperimentazione del prototipo e la raccolta di feedback da parte della stessa cittadina.

Materiali

I materiali fondamentali per il nostro sviluppo sono stati forniti dalla cittadina diabetica, in particolare i file in formato Excel che lei stessa utilizza a supporto del proprio dosaggio dell’insulina. Per la condivisione e la manipolazione dei file abbiamo utilizzato i tool della Google Suite (Google Fogli, Gmail).

L'immagine sottostante rappresenta la tabella di Microsoft Excel che la paziente utilizza per gestire la propria quotidianità.

Dati		ORA (Fn > Hn)	CI	TIME (starting from ...)	Iu/gr	S	C (+/-)
GI	209	9.00	209	0.00	16	70	1.475
CHO (100% dei gr)	0	0.00	0	11.30	15	60	0
P (50% dei gr)	20	0.00	0	15.00	15	60	0
UI attiva (1/3 per h)	0.0	0.00	0	18.30	16	70	0
		0.00	0	22.30	0	70	0

Calcolo dosaggio LISPRO		Dosaggio TOUJEO	
C (+/-)	1.5	sera	11
CHO + P	0.6		
UI attiva	0.0		
Fc (correzione Attività Fisica)	0	IPO	2g - destrosio + 14 BG 10g - destrosio 7 caram 15g - destrosio
Dosaggio i_regolare	2.0		1 fiala 10g - destrosio + 70 BG da 40 a 110 BG 15-30min
Dosaggio i_prolungato subito	0.0	IPO, PREVENT	1 o 2 caram 2/4g - destrosio ≠ livello di partenza 30min prima
Dosaggio i_prolungato dopo 3,5h	2.0		1/4 o 1/3 fiala 4/5gr - destrosio ≠ livello di partenza 30min prima

Legenda	G	è	inserire valori
	G	è	inserire valori

Legenda:

- **GI:** carico glicemico
- **CHO:** carboidrati
- **P:** proteine
- **UI Attiva:** Insulina attiva
- **Ora:** orario del test
- **Iu/gr:** rapporto insulina su CHO
- **S:** sensibilità insulina
- **Fc:** correzione attività fisica
- **IPO:** ipoglicemia
- **Time:** range per la sensibilità

Fonte dati: Cecilia Cainelli

Risultati

Abbiamo creato un prototipo software in grado di semplificare le operazioni comunemente svolte da un diabetico. Il programma è fruibile tramite un'interfaccia grafica sviluppata secondo i criteri di accessibilità. Infatti, è stato svolto uno studio^[3] ^[4] per la palette di colori più idonea per garantire l'accessibilità^[5].

La GUI (Graphic User Interface) risulta essere molto semplice proprio per agevolare i pazienti diabetici all'utilizzo del software, anche in caso di emergenza quale difficoltà a concentrarsi sul calcolo a causa di incombenze concomitanti o malessere. Infine, il sistema è multilingua poiché permette l'utilizzo in due lingue: l'italiano e l'inglese.

Il programma calcola la quantità di insulina corretta da assumere nel corso della giornata, semplificando così la vita quotidiana di un diabetico. Con questo progetto rendiamo il controllo insulinico estremamente semplice, dato che il programma gestisce tutto da solo con un semplice click, invece di utilizzare un foglio excel o una calcolatrice. Ciò rende il calcolo più semplice e soprattutto più sicuro.

Il prodotto finale risulta essere un software fruibile in maniera multiplatforma grazie alla scelta di Java come piattaforma di sviluppo che ci offre questa possibilità. Il programma prevede il calcolo del bolo e dell'insulina attiva, dati necessari alla gestione quotidiana di un diabetico. Il programma fornisce, inoltre, una funzionalità aggiuntiva, la quale non è presente negli altri prodotti software nel mercato: il controllo dell'assunzione delle proteine da parte dell'utente. Altro parametro importante che il software considera nei calcoli è l'attività fisica svolta dal paziente fino a quel momento della giornata. È stato predisposto un database per la memorizzazione dei dati che caratterizzano l'utente, quali le fasce orarie che inframezzano i pasti, la sensibilità del paziente all'insulina e la sensibilità all'insulina in caso di assunzione di carboidrati. Il database evita di inserire gli stessi valori ad ogni apertura del sistema software. È comunque possibile azzerare la base dati al fine di inserire nuovi valori.

Seguono alcune immagini con le schermate del prototipo:

Fig. 1: Pagina Iniziale

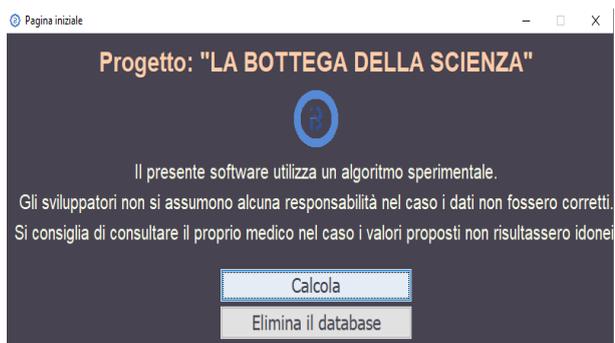


Fig. 2: Inserimento dati iniziali (database)

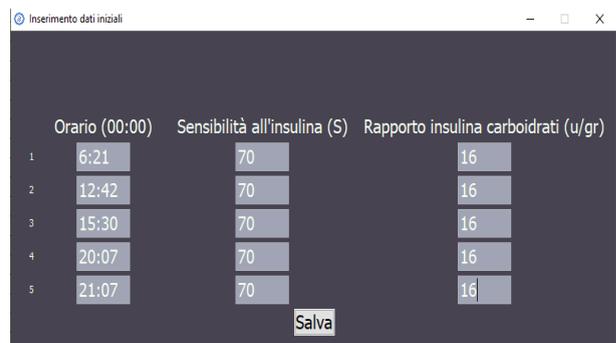


Fig. 3: Inserimento dati giornalieri

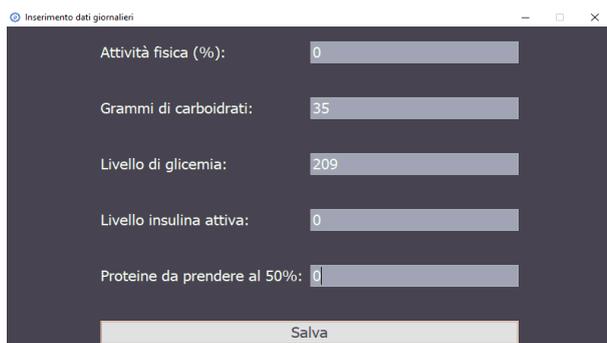
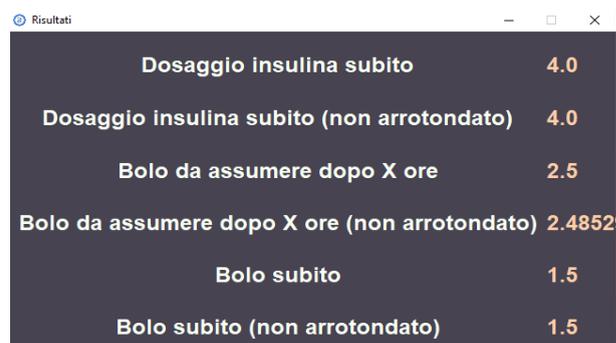


Fig. 4: Risultati



Il prototipo sviluppato gestisce anche la possibilità, recentemente offerta al paziente diabetico, di usufruire di una terapia a microinfusore. La terapia a microinfusore consente l'utilizzo di un piccolo dispositivo elettronico che eroga quantità precise di insulina. Si ha quindi la necessità di ottenere risultati non arrotondati al fine di calcolare esattamente tali quantità. Un esempio si vede nella quantità del bolo nella Fig. 4 'Risultati'.

A seguito del lungo periodo di stretta collaborazione con la cittadina diabetica abbiamo rilevato che il supporto tecnologico è certamente indispensabile per la gestione in sicurezza della malattia in tutte le diverse situazioni della quotidianità, ma è indispensabile una forte personalizzazione del sistema al fine di considerare le specificità di ogni singolo paziente. Per questo motivo il nostro prototipo mette a disposizione molte tipologie di input e di output, al fine di mappare tutte le diverse caratterizzazioni dei pazienti e delle cure che adottano.

Conclusioni

Gli obiettivi prefissati ad inizio progetto non sono stati raggiunti completamente, a causa del SARS-COV-2 che ci ha obbligato a lavorare a distanza senza poter usufruire di tutti i supporti tecnici necessari. Pur ridimensionando i nostri obiettivi, siamo riusciti a rispettarli nonostante le difficoltà indotte dalla pandemia.

Possiamo affermare che l'accuratezza dei risultati calcolati dal prototipo è piuttosto elevata grazie al fatto che tutti i nostri calcoli sono basati sulle formule che Cecilia Cainelli, la nostra tutor diabetica, utilizza quotidianamente da anni. Inoltre lei stessa ha vagliato le estensioni e le modificazioni che abbiamo apportato.

Da considerare che il nostro prototipo considera, oltre a insulina attiva, fattore correttivo, livello glicemico, attività fisica, orario e carboidrati (già presi in considerazione anche da altre applicazioni commerciali dedicate ai diabetici), anche l'assunzione di proteine, che solo recentemente è stata studiata per il contributo importante che offre per un più corretto calcolo dell'insulina.

Come ulteriore sviluppo sarebbe importante includere anche il calcolo del destrosio, attualmente non considerato nemmeno dalle applicazioni sul mercato. Nel momento in cui venisse identificata la formula che lo prende in considerazione, il nostro lavoro potrebbe essere completato.

I prossimi sviluppi di questa ricerca, oltre a riguardare le nuove funzionalità come il calcolo del destrosio, dovrebbero dedicarsi alla personalizzazione del sistema. Pensiamo che l'utilizzo dell'intelligenza artificiale potrebbe offrire dei metodi avanzati per la specializzazione e personalizzazione del sistema per il calcolo del bolo e degli altri dati ritenuti importanti dal paziente;

inoltre potrebbe offrire modalità di utilizzo più avanzate e semplificate. Ad esempio, i dati di input e di output potrebbero essere comunicati tramite un assistente vocale, possibilmente anche in grado di reperire segnali di difficoltà. In definitiva, la frontiera tecnologica applicata al supporto della salute sarebbe lo sviluppo naturale del nostro lavoro prototipale.

Riferimenti

https://www.researchgate.net/publication/271130935_White_Paper_on_Citizen_Science^[1a]
<https://magazine.fbk.eu/it/news/diabete-e-intelligenza-artificiale-dal-cittadino-alla-ricerca/>^[1b]
<https://magazine.fbk.eu/it/news/smart-city-week-a-caccia-di-idee-per-la-bottega-della-scienz/>^[2]
<https://material.io/design/material-theming/overview.html>^[3]
<https://xd.adobe.com/ideas/career-tips/15-rules-every-ux-designer-know/>^[4]
<https://coolors.co/474350-f8fff4-fcfeb-fafac6-fecdaa>^[5]
<https://www.medtronic.com/it-it/index.html>^[6]

Ringraziamenti

Desideriamo ringraziare Matteo Serra, Andrea Nicolini, Giulia Malfatti, Claudia Dolci, Cecilia Cainelli per il loro supporto e la loro disponibilità nello sviluppare il progetto, nonostante le avversità causate dal SARS-COV-2.