



Università di Pisa
Corso di laurea in Ingegneria Informatica

Specifiche di progetto per il corso di
Basi di dati
Anno Accademico 2016–2017

Prof. Gigliola Vaglini, Ing. Francesco Pistolesi

Indice

1	Descrizione delle fasi di progettazione	3
1.1	Analisi delle specifiche	4
1.2	Progettazione concettuale	4
1.3	Ristrutturazione del diagramma E-R	4
1.4	Individuazione di operazioni sui dati	5
1.5	Analisi delle prestazioni delle operazioni	5
1.6	Introduzione di ridondanze	5
1.7	Progettazione logica	7
1.8	Analisi delle dipendenze funzionali e normalizzazione	7
1.9	Implementazione su DBMS Oracle MySQL	7
1.10	Progettazione fisica	7
2	Specifiche	9
2.1	Visione d'insieme	9
2.2	Area gestione	9
2.2.1	Organizzazione e strutture	9
2.2.2	Anagrafica clienti e dipendenti	10
2.2.3	Contratti	10
2.3	Area servizi	12
2.3.1	Scheda di allenamento	12
2.3.2	Scheda di alimentazione	13
2.3.3	Accessi	13
2.3.4	Corsi	14
2.3.5	Turnazione del personale	14
2.3.6	Allenamenti e monitoraggio smart	15
2.3.7	Aree allestibili*	16
2.3.8	Integratori	17
2.4	Area social	18
2.4.1	Post	18
2.4.2	Amicizia e cerchie	18
2.4.3	Sfide	18
2.5	Area analytics	19
2.5.1	Reporting	19
2.5.2	Performance sportiva	20
2.5.3	Rotazione del magazzino	20

Capitolo 1

Descrizione delle fasi di progettazione

Si desidera progettare un database relazionale su DBMS Oracle MySQL che gestisca i dati relativi al sistema informativo di una grande azienda del settore del fitness. L'azienda è proprietaria di molteplici palestre sul territorio nazionale. L'oggetto della progettazione include anche alcune funzionalità di back-end per l'analisi dei dati e la gestione intelligente.

Le specifiche del database da progettare e delle funzionalità da implementare sono fornite nel Capitolo 2.

La progettazione del database si articola nelle seguenti fasi:

1. Analisi delle specifiche;
2. Progettazione concettuale e produzione del diagramma entità-relazione;
3. Ristrutturazione del diagramma entità-relazione;
4. Individuazione di operazioni interessanti sui dati;
5. Analisi delle prestazioni delle operazioni individuate;
6. Introduzione di ridondanze;
7. Progettazione logica e produzione del modello logico relazionale;
8. Analisi delle dipendenze funzionali e normalizzazione dello schema;
9. Scrittura di uno script MySQL che crei il database e lo popoli;
10. Progettazione fisica.

Il presente capitolo ha la funzione di spiegare brevemente i requisiti e lo scopo di ogni fase della progettazione, le tecniche in esse utilizzate, e gli artefatti prodotti.

Come risultato dell'attività di progettazione, oltre al **database** e al **codice** per la sua creazione, popolazione e implementazione delle funzionalità richieste, deve essere consegnata una **documentazione** nella quale si evidenziano le particolari scelte effettuate fase per fase, e si documentano le parti che necessitano

di essere spiegate in dettaglio. Il giorno dell'esame, deve essere consegnata una copia della documentazione (possibilmente rilegata) e due copie del diagramma E-R non rilegate alla documentazione. Il diagramma E-R deve essere ordinato e chiaramente leggibile, deve essere stampato su un foglio di dimensione appropriata (tipicamente A3, A2 o formati più grandi) e il font non dovrà essere più piccolo di quello utilizzato sui libri di testo. L'esame si svolge sotto forma di colloquio orale.

1.1 Analisi delle specifiche

In questa fase preliminare devono essere lette e analizzate nel dettaglio le specifiche fornite nel Capitolo 2. Lo scopo dell'analisi delle specifiche è quello di capire le funzionalità per le quali si progetta il database, al fine di dotare ognuna di esse del supporto per i dati di cui necessita.

1.2 Progettazione concettuale

Scegliere una strategia di progettazione concettuale fra quelle viste a lezione (top-down, bottom-up, inside-out...), con la quale produrre il diagramma entità-relazione in maniera incrementale. Il diagramma entità-relazione deve contenere: nomi di entità e associazioni; attributi di entità e associazioni; identificatori primari delle entità; cardinalità delle associazioni; eventuali generalizzazioni e attributi composti o multivalore. La notazione da utilizzare per il diagramma entità-relazione è quella vista a lezione, presente sia nelle slide che nel libro di testo consigliato. Non saranno accettate notazioni alternative (UML, Crow's Foot, etc.).

Esistono vari tool per la realizzazione (più o meno) assistita di diagrammi entità-relazione. Tali tool sono reperibili sul web, taluni con licenza free-ware o shareware, altri a pagamento. Alcuni esempi sono: Dia, OmniGraffle, ConceptDraw, Microsoft Visio, Adobe Illustrator.

Questa fase produce come risultato il diagramma E-R.

1.3 Ristrutturazione del diagramma E-R

La ristrutturazione del diagramma entità-relazione prevede che siano eliminate le generalizzazioni e gli attributi multivalore. Si ricorda infatti che né le generalizzazioni né gli attributi multivalore sono direttamente traducibili nel modello logico relazionale. Le generalizzazioni devono essere espresse mediante opportune traduzioni alternative (accorpamenti, introduzione di associazioni...). Gli eventuali attributi multivalore presenti devono essere espressi nel diagramma entità-relazione in modo tale da poter essere tradotti nel modello logico relazionale.

Questa fase produce come risultato il diagramma E-R ristrutturato, traducibile nel modello logico relazionale.

1.4 Individuazione di operazioni sui dati

Devono essere individuate almeno 8 operazioni significative da effettuare sui dati che devono essere implementate in linguaggio MySQL. Le operazioni individuate possono essere sia query di selezione, che query di inserimento, modifica o cancellazione. Con il termine significative si fa riferimento a quelle particolari operazioni che contribuiscono in maniera apprezzabile a determinare le prestazioni del database durante il normale carico applicativo¹. Le prestazioni di queste operazioni devono essere ottimizzate se si desidera una buona performance di tutto il database perché la stragrande maggioranza del carico applicativo sarà determinata da esse. E se esse sono inefficienti, la performance generale sarà pessima.

1.5 Analisi delle prestazioni delle operazioni

Per analizzare le prestazioni delle operazioni significative individuate al paragrafo 1.4 si devono dapprima compilare le tavole dei volumi con le quali stimare la mole di dati coinvolta in ciascuna entità o relazione, in termini di occorrenze. Per effettuare un'analisi delle prestazioni che sia sufficientemente indicativa, le stime devono essere ovviamente fatte con giudizio. Dopodiché, deve essere effettuata una stima sulla frequenza giornaliera di esecuzione di ciascuna operazione significativa.

Conseguentemente, deve essere compilata la tavola degli accessi relativa a ogni operazione, ottenendo così una stima delle operazioni elementari (cioè accessi in lettura o scrittura a entità e relazioni) necessarie all'esecuzione. Il numero di accessi a entità e relazioni dipende ovviamente anche dalle stime presenti nelle tavole dei volumi. Ogni riga della tavola degli accessi deve contenere, nell'ordine, i seguenti campi: numero di operazioni elementari eseguite; tipo di operazione elementare (lettura o scrittura); tipologia di costrutto coinvolto (E o R); nome del costrutto; breve descrizione.

Nella documentazione che sarà oggetto di discussione in sede d'esame, per ogni operazione devono essere riportati nell'ordine: una descrizione chiara dell'operazione, dell'input (ciò che è noto a priori ed è considerato come dato) e dell'output (ciò che si desidera ottenere); la porzione del diagramma E-R interessata, necessaria a comprendere i cammini di join effettuati dall'operazione; la porzione della tavola dei volumi interessata; la tavola degli accessi. Si consiglia di studiare approfonditamente questa parte della progettazione prima di cimentarsi nella compilazione delle tavole degli accessi.

1.6 Introduzione di ridondanze

Dall'analisi delle prestazioni di ciascuna operazione significativa può emergere che alcune di esse potrebbero trarre beneficio dall'introduzione di ridondanze. Ogniqualvolta si introduce una ridondanza per una operazione, per tale operazione deve essere compilata anche la tavola degli accessi che mostra il numero di operazioni elementari (dette accessi) eseguite in presenza della ridondanza.

¹Solitamente, per la legge di Pareto, il 20% delle operazioni è responsabile dell'80% del carico.

Deve infine essere presa una decisione sul mantenere o no la ridondanza introdotta, in base al risparmio di operazioni elementari che essa comporta. Si faccia attenzione che, scelta un'operazione, una ridondanza ne comporta naturalmente un alleggerimento del carico (riduce drasticamente le operazioni elementari), ma d'altra parte la ridondanza deve essere inevitabilmente mantenuta aggiornata per essere utilizzata.

Più in dettaglio, una ridondanza deve essere aggiornata, mediante una operazione di aggiornamento (o refresh), ogniquale volta viene eseguita una modifica (update, insert o delete) su una tabella sulla quale la ridondanza è basata. Al fine di decidere se mantenere o meno una ridondanza, deve essere studiata anche l'operazione di aggiornamento della stessa, la sua frequenza, la sua modalità (immediate, deferred, on demand) e la sua complessità in termini di operazioni elementari. Ciò permette di calcolare un rapporto costo-beneficio, dove il beneficio è il risparmio di operazioni elementari che la ridondanza comporta per l'operazione della quale si è deciso di migliorare le prestazioni, mentre il costo (quindi lo svantaggio) è dovuto all'introduzione dell'operazione di aggiornamento che mantiene coerente la ridondanza, in termini di operazioni elementari. Si noti che in assenza della ridondanza l'operazione di aggiornamento della stessa non esiste. Il carico computazionale che si introduce per mantenere aggiornata la ridondanza deve quindi essere motivato dal beneficio che comporta la sua presenza. In buona sostanza, scelta un'operazione target T di cui si intende migliorare la performance, si deve dapprima stimare la sua frequenza giornaliera f^T e si deve compilare la tavola degli accessi per calcolare il numero di operazioni elementari o^T necessari alla sua esecuzione. L'operazione target comporterà un numero di operazioni elementari giornaliere pari a $n^T = f^T \cdot o^T$. L'operazione che usa la ridondanza eseguirà un numero di operazioni elementari o_{RID}^T e comporterà quindi un numero di operazioni elementari giornaliere $n_{RID}^T = f^T \cdot o_{RID}^T$, dove solitamente $o_{RID}^T \ll o^T$. Dal confronto della tavola degli accessi delle due operazioni si ottiene il numero di operazioni elementari risparmiate in lettura dalla presenza della ridondanza $\Delta_{read} = n^T - n_{RID}^T$.

A questo punto occorre compilare la tavola degli accessi dell'operazione A di aggiornamento della ridondanza. Questa operazione avrà una frequenza giornaliera g^A e comporterà un numero di accessi pari a o^A . Il numero di accessi giornalieri sarà quindi $n^A = g^A \cdot o^A$. La ridondanza è effettivamente conveniente se il numero di accessi effettuati in presenza di ridondanza (quelli dell'operazione target sommati a quelli dell'operazione di aggiornamento) è inferiore al numero di accessi effettuati dall'operazione target in assenza di ridondanza. Formalmente, si mantiene la ridondanza se $n_{RID}^T + n^A < n^T$, vale a dire $n^A < n^T - n_{RID}^T$, cioè $n^A < \Delta_{read}$. Questo significa che la ridondanza deve essere mantenuta se il numero di accessi n^A introdotti dall'operazione che la mantiene aggiornata sono inferiori al risparmio di accessi Δ_{read} ottenuto dall'operazione target facendo uso della ridondanza.

Per tutte le operazioni che coinvolgono ridondanze, la documentazione di progetto deve contenere l'analisi costo-beneficio descritta precedentemente, e le motivazioni che spingono al mantenimento o meno di una ridondanza introdotta.

Nella versione finale del database, è richiesta la presenza di almeno due ridondanze e, per ciascuna ridondanza, deve essere fornita un'operazione di lettura e una di scrittura che impatti con essa.

1.7 Progettazione logica

Il diagramma entità-relazione ristrutturato deve essere tradotto nel modello logico relazionale, producendo così lo schema del database. In questa fase devono essere scelte le traduzioni più appropriate, qualora un costrutto concettuale sia traducibile in modi diversi.

Le scelte effettuate devono essere opportunamente motivate nella documentazione. Devono inoltre essere specificati chiaramente tutti i vincoli di integrità referenziale necessari al corretto impiego del database.

Eventuali vincoli di integrità generici devono essere implementati mediante trigger MySQL. Qualora non ve ne siano, è richiesta l'introduzione di almeno 2 vincoli di integrità generici.

1.8 Analisi delle dipendenze funzionali e normalizzazione

Per ciascuna relazione (tabella) individuata, devono essere ricercate tutte le dipendenze funzionali non banali. Escluse le relazioni che coinvolgono ridondanze, è richiesto che il database progettato sia in forma normale di Boyce-Codd a questo livello della progettazione.

Qualora la base di dati non lo sia (per relazioni che non coinvolgono ridondanze volute) occorre effettuare una normalizzazione verso la forma normale di Boyce-Codd, tramite opportune decomposizioni delle tabelle che violano tale forma normale.

1.9 Implementazione su DBMS Oracle MySQL

Deve essere realizzato uno script MySQL per creare il database e popolare ogni sua tabella con un numero di record sufficienti a eseguire le funzionalità da implementare e poterne mostrarne un output sensato durante la prova orale. Durante l'esame sarà infatti richiesta l'esecuzione di una o più funzionalità e sarà richiesto ai componenti del gruppo di spiegare il codice che le implementa e descrivere l'output. Potranno essere fatte domande relative alle modalità di implementazione.

Lo script deve contenere anche tutti i vincoli di integrità referenziale, i trigger che gestiscono i principali vincoli di integrità generici e business rule, e gli event e le stored procedure che realizzano le funzionalità lato server descritte nei vari paragrafi del Capitolo 2.

1.10 Progettazione fisica

La fase di progettazione fisica è mirata all'individuazione degli indici necessari a rendere più efficienti le operazioni sul database. Devono essere ottimizzate almeno due delle operazioni individuate nel paragrafo 1.4.

Gli indici introdotti devono essere motivati dai piani di esecuzione delle query prima e dopo l'introduzione degli indici stessi. Deve essere mostrato che

effettivamente il DBMS sfrutta gli indici introdotti e ne trae vantaggio. Lo studio della performance delle operazioni con e senza indici deve essere mostrato nella documentazione di progetto.

Questa fase della progettazione è obbligatoria solo per i gruppi eccezionalmente composti da tre studenti.

Capitolo 2

Specifiche

2.1 Visione d'insieme

Il database che si desidera progettare ha lo scopo di memorizzare e gestire efficientemente i dati a supporto delle funzionalità del sistema informativo di una grande impresa che si occupa di fitness. L'impresa è proprietaria di più centri fitness distribuiti sul territorio nazionale. Ciascun centro è dotato di sale fitness equipaggiate da attrezzi di vario genere. I centri sono anche dotati di spazi adibiti a corsi, nonché di aree allestibili per far praticare ai clienti diversi sport, quali tennis, pallavolo, calcetto eccetera. I centri fitness mettono a disposizione dei loro clienti delle apparecchiature smart in grado di monitorare costantemente la loro attività sportiva, per individuare sia le lacune e i traguardi raggiunti. Inoltre, l'azienda mette a disposizione un servizio di scienza della nutrizione per assistere i clienti anche dal punto di vista dell'alimentazione. I clienti dei centri fitness possono infine usufruire di una piattaforma social per creare amicizie, condividere i traguardi e lanciare sfide.

Le principali aree tematiche dei dati in cui è suddiviso il database da progettare sono illustrate nei prossimi paragrafi.

2.2 Area gestione

L'area gestione è la sezione del database che ospita tutti i dati dei clienti e delle loro attività. L'area gestione contiene inoltre i dati relativi ai corsi messi a disposizione dai vari centri, le informazioni relative ai contratti stipulati con i nuovi clienti, ai loro piani di allenamento e alimentazione, e le attività pianificate nelle varie sedi.

2.2.1 Organizzazione e strutture

L'azienda gestisce vari centri fitness. Ogni centro è caratterizzato da un indirizzo, numero telefonico, una dimensione in metri quadrati, un numero massimo di clienti ospitabili contemporaneamente e un orario di servizio costituito dai giorni di apertura con le relative fasce orarie. Ogni centro ha poi una dotazione che consiste di svariate apparecchiature, ciascuna dedicata a una particolare attivi-

tà. Esempi di apparecchiature sono tapis roulant, leg press, cyclette, ellittiche e così via.

La dotazione di apparecchiature di ciascun centro è dislocata in varie sale. Ciascuna sala ha un nome, un responsabile e una dotazione di apparecchiature. Nella stessa sala possono essere ospitati più esemplari della stessa tipologia di apparecchiatura. Per esempio, la sala cardio-fitness può avere una dotazione composta da 20 tapis roulant, 15 ellittiche e 20 cyclette. Ciascun esemplare che compone la dotazione di una sala è caratterizzato da un codice identificativo, da una tipologia, da un consumo energetico e da un livello di usura espresso da una percentuale. Il livello di usura aumenta man mano che il macchinario è utilizzato. Quando il livello di usura raggiunge il 100% l'esemplare necessita di manutenzione e non può più essere utilizzato fintantoché l'intervento di manutenzione non viene effettuato.

Ciascun centro è infine dotato di una o più piscine interne ed esterne presso le quali è possibile praticare nuoto libero, seguire corsi per principianti o di perfezionamento, nonché praticare sport come i tuffi e pallanuoto.

2.2.2 Anagrafica clienti e dipendenti

Ogni volta che un nuovo cliente sottoscrive un contratto con uno dei centri fitness di proprietà dell'azienda, una nuova scheda cliente viene inserita all'interno del sistema informativo. Le informazioni con cui è descritto un cliente sono il codice fiscale, il nome, il cognome, la data di nascita, l'indirizzo, il codice di un documento di riconoscimento e la prefettura che lo ha rilasciato. Il database memorizza anche le informazioni che costituiranno la base per la scheda di allenamento consegnata al tutor che seguirà il cliente. Tali informazioni includono l'altezza, il peso, la percentuale di massa magra, grassa e acqua totale, misurate mediante dispositivi impedenziometrici. In base a questi dati è possibile stabilire lo stato del cliente, e cioè **sottopeso**, **normopeso** o **sovrappeso**, nonché l'entità di tale stato.

Anche i dipendenti dell'azienda possiedono una scheda con la relativa anagrafica composta dalle stesse informazioni utilizzate per memorizzare i clienti. Ovviamente i dipendenti non hanno una scheda di allenamento e quindi le informazioni ad essa relative non sono mantenute. Oltre alle informazioni di anagrafica, per i dipendenti è necessario memorizzare anche il centro o i centri presso i quali svolgono la loro attività e la tipologia di tali attività. Non è detto che lo stesso dipendente svolga la stessa tipologia di attività presso tutti i centri presso i quali lavora. Per esempio, un dipendente potrebbe svolgere l'attività di istruttore di cardio-fitness presso un centro, ma prestare servizio come istruttore di nuoto in un altro centro. Nell'organigramma di un centro, ciascun dipendente ha un unico responsabile. In ogni centro ci sono quindi più responsabili e un unico direttore.

2.2.3 Contratti

I nuovi clienti di un centro fitness sottoscrivono un contratto. Se un cliente non sottoscrive contratti può comunque utilizzare i servizi di un centro pagando una tariffa d'accesso. Un contratto è caratterizzato dalla data di sottoscrizione, dal codice del cliente che ne è titolare, dal codice del consulente col quale il cliente

ha sottoscritto il contratto, dalla durata, dalla modalità di pagamento e da una tipologia che può essere *contratto standard* oppure *contratto personalizzato*.

I contratti standard sono delle tipologie di contratto preconfezionate che prevedono caratteristiche che li rendono particolarmente adatti a determinate classi di clientela. Queste classi di clientela sono studiate dal management sulla base dell'uso che i clienti non titolari di contratto fanno dei centri fitness. I contratti standard sono disponibili in tre varianti: *silver*, *gold* e *platinum*. Ciascuna di queste varianti di contratto standard è caratterizzata da un massimo numero di ingressi settimanali al centro fitness, la possibilità (o meno) di accesso alle piscine e a quali piscine¹, e il numero massimo di accessi mensili alle piscine, la possibilità (o meno) di usufruire gratuitamente degli spazi allestibili e di frequentare corsi organizzati dal personale del centro fitness presso il quale sottoscrivono il contratto. Ciascuna variante di contratto standard ha un costo mensile. Il cliente può accedere solo al centro fitness presso il quale sottoscrive il contratto e non è detto che l'utente possa accedere a tutte le sale di tale centro. Particolari sale possono essere riservate solo ai titolari di contratti più costosi. Per esempio, in presenza di più sale cardio-fitness, un cliente titolare di contratto standard variante silver può accedere solo a quella senza finestre, dotata di un minor numero di esemplari per ogni tipologia di macchinario. Il comfort di allenamento sarà un po' peggiore e i tempi di attesa per poter utilizzare le attrezzature saranno mediamente superiori.

Se il cliente desidera maggiore flessibilità, potendo così accedere a più centri fitness, deve sottoscrivere un contratto multi-sede. Un contratto multi-sede consente l'accesso a più centri fitness, e le regole di frequentazione di ciascuno avranno particolari politiche relative a limitazioni sugli orari di accesso e sul numero massimo di ingressi. Il cliente titolare di un contratto multi-sede può accedere al massimo a tre centri fitness, scelti al momento di sottoscrizione del contratto.

I contratti personalizzati sono solitamente più costosi degli altri perché offrono abbinamenti di servizi che non sono disponibili nei contratti standard nelle tre varianti silver, gold e platinum. Un contratto personalizzato stabilisce un numero non convenzionale di accessi al centro, un numero di accessi alle piscine tipicamente maggiore rispetto ai contratti standard e la possibilità di effettuare accessi a gruppi di sale altrimenti impossibili da frequentare insieme se si è titolari di un contratto standard.

Al momento della sottoscrizione del contratto, il cliente stabilisce lo scopo per il quale intende iniziare l'attività sportiva. Lo scopo può essere *potenziamento muscolare*, *dimagrimento* o il più semplice *scopo ricreativo*. Nel caso scelga il potenziamento muscolare, il cliente indica un particolare insieme di muscoli sui quali intende lavorare e il livello di potenziamento che desidera raggiungere per ciascuno dei muscoli target, su una scala di tre valori: {*lieve*, *moderato*, *elevato*}. La scala può anche essere definita in altri termini a discrezione dello studente.

Una volta sottoscritto il contratto, al cliente è assegnato un tutor che lo seguirà nella sua attività. Il tutor stabilirà una scheda di allenamento sulla base dei desideri del cliente. Gli allenamenti saranno descritti in dettaglio nel paragrafo 2.3.6.

¹Per esempio un centro potrebbe avere due piscine di dimensioni diverse e contratti di tipologia diversa potrebbero consentire al cliente di frequentare solo una delle due piscine.

Per quanto riguarda infine il pagamento dei contratti, sono possibili diverse modalità. Il cliente può pagare l'intero importo annuale al momento della sottoscrizione del contratto oppure suddividerlo in rate. Nel caso l'importo sia suddiviso in rate, l'azienda si avvale di istituti finanziari che permettono di rateizzare l'importo mediante l'applicazione di un tasso d'interesse. In questo caso il piano di pagamento del cliente sarà effettuato in rate che includono gli interessi che l'istituto finanziario applica per la dilazione del pagamento. L'azienda riceve invece dall'istituto finanziario l'intero importo relativo al costo del contratto. Ciascuna rata ha un importo e una data di scadenza per il pagamento. Il database mantiene traccia di tutte le rate del piano di pagamento di ciascun cliente che rateizza l'importo del contratto, insieme al relativo stato di pagamento che assume uno dei seguenti valori: **eseguito**, **non ancora dovuto**, **scaduto**.

2.3 Area servizi

Questa sezione descrive i dati alla base dei principali servizi offerti dai centri fitness dell'azienda.

2.3.1 Scheda di allenamento

La scheda di allenamento contiene il programma degli esercizi assegnati dal tutor al cliente. Il programma è composto da sessioni di allenamento. Ogni sessione di allenamento è svolta durante un accesso del cliente a una delle sedi ed è composta da esercizi.

Un esercizio ha un codice, un nome e un dispendio energetico orario medio. Un esercizio può richiedere l'uso di una o più attrezzature. Talune attrezzature possono avere una o più *regolazioni* che possono essere impostate in modi diversi per svolgere lo stesso esercizio con intensità differenti. Per esempio, l'esercizio di leg press, che serve a potenziare i muscoli delle gambe, ha una sola regolazione che permette di eseguire l'esercizio con carichi di peso diversi, al crescere dei quali aumenta l'intensità dello sforzo compiuto dall'utente. Attrezzature più sofisticate possono avere più regolazioni, ciascuna delle quali può essere impostata a un certo valore. Per fare un esempio, attrezzature come i tapis roulant hanno due impostazioni: inclinazione del piano di corsa e velocità del nastro. Una particolare combinazione di valori di tutte le regolazioni di un'attrezzatura ne stabilisce la *configurazione di utilizzo* durante lo svolgimento di un esercizio assegnato a un cliente. Un esercizio ha infine un numero di ripetizioni oppure una durata in minuti. Gli esercizi di attività aerobica hanno tipicamente una durata, mentre gli esercizi anaerobici sono invece eseguiti considerando un determinato numero ripetizioni. Una ripetizione di un esercizio ne rappresenta l'esecuzione per un determinato numero di volte. Se per eseguire una ripetizione di un esercizio è necessaria un'attrezzatura, la ripetizione è associata a una particolare configurazione di utilizzo di quell'attrezzatura. Ogni ripetizione è separata dalla successiva da un intervallo di tempo di recupero espresso in minuti.

La scheda di allenamento di un cliente ha una validità espressa in termini di una data d'inizio e una data di fine. Il database deve tenere memoria di tutte le schede di allenamento passate del cliente, cioè di tutti gli esercizi in

esse contenuti, del tutor che le aveva assegnate, nonché del loro periodo di validità. Questi dati servono per effettuare analisi di performance dell'utente, utili a configurare schede di allenamento personalizzate, sempre più adatte alle esigenze del cliente, tenendone in considerazione la risposta fisica ai piani di allenamento.

2.3.2 Scheda di alimentazione

Nei centri fitness dell'impresa lavora anche un'equipe altamente specializzata di medici nutrizionisti. A ciascun cliente è assegnato un medico nutrizionista. Tale medico visita ogni nuovo cliente assegnatogli e poi lo visita nuovamente con una determinata cadenza temporale stabilita dal medico stesso.

In base all'*obiettivo* del cliente (prendere peso, perdere peso, acquisire massa muscolare, diminuire massa grassa...) e alle sue preferenze alimentari, il medico nutrizionista configura una dieta personalizzata. La dieta vincola il cliente a non eccedere un determinato numero di chilocalorie giornaliere oppure non assumerne un quantitativo inferiore. Il database contiene un insieme di diete identificate da un codice, un apporto calorico giornaliero, un numero di pasti e la composizione di ogni pasto sotto forma di un campo testuale.

La scheda di alimentazione di un cliente contiene il codice del cliente, un obiettivo, il codice del medico che segue il cliente, il codice della dieta assegnata, una data d'inizio, una data di fine e un intervallo temporale al trascorrere del quale il medico effettua visite di controllo per valutare le condizioni del paziente e i progressi raggiunti.

Quando il cliente inizia la sua attività presso uno dei centri fitness dell'azienda, il medico nutrizionista misura il suo peso e i suoi indici di massa magra, massa grassa e acqua totale, e li memorizza nel database. Le misurazioni sono ripetute e memorizzate settimanalmente. Sulla base dell'esito delle misurazioni, il medico e il tutor possono tenere sotto controllo l'attività del cliente e ne possono valutare i traguardi raggiunti, modificando eventualmente la dieta o la composizione della scheda degli allenamenti. Le modifiche effettuate non vanno a sovrascrivere la vecchia scheda di allenamento oppure la vecchia dieta, ma sono memorizzate a parte.

2.3.3 Accessi

Il controllo degli accessi è gestito mediante un particolare dispositivo indossato dall'utente, tipicamente integrato in uno smartwatch come quello mostrato in Figura 2.1. I centri fitness di avvalgono di dispositivi basati su tecnologia RFID² per identificare gli utenti all'ingresso e all'uscita.

Quando il cliente supera il tornello di entrata, sono inserite nel database le informazioni relative all'accesso, ovvero il codice del cliente, il codice del centro al quale il cliente ha effettuato l'accesso, la data e l'orario d'accesso. Il sistema riserva poi automaticamente un armadietto al cliente. Ciascun armadietto ha un codice identificativo e una combinazione numerica per lo sblocco.

²La Radio-Frequency IDentification è una tecnologia per l'identificazione e/o memorizzazione automatica di informazioni basata sulla capacità di memorizzazione di dati da parte di particolari etichette elettroniche, chiamate *tag* e sulla capacità di queste di rispondere all'interrogazione a distanza da parte di appositi apparati fissi o portatili, chiamati *reader*. Questa identificazione avviene mediante radiofrequenza.



Figura 2.1: Dispositivo indossato dall'utente durante le sessioni di allenamento.

La combinazione numerica viene visualizzata sul dispositivo indossato dall'utente. Gli armadietti sono posizionati in uno degli spogliatoi del centro. Ogni spogliatoio ha un identificativo, una capienza, un numero di posti attualmente disponibili e una posizione (punto cardinale).

Quando l'utente esce da una sede il sistema registra l'orario in cui il cliente lascia il locale.

2.3.4 Corsi

I vari centri fitness dell'azienda organizzano internamente dei corsi. Ogni corso ha un codice identificativo, il nome della disciplina insegnata, il livello dell'insegnamento (per esempio *principiante*, *intermedio*, *avanzato*) un istruttore responsabile e un calendario. Il calendario di un corso contiene i giorni della settimana e gli orari in cui il corso si svolge, e in quale centro fitness si svolge. Il corso prevede inoltre un periodo di attività compreso fra due date, il codice della sala nella quale è svolto e il numero massimo di partecipanti che vi si possono iscrivere. I clienti di un centro fitness possono iscriversi ai corsi mediante il sito web dell'azienda. Il database deve memorizzare le iscrizioni ai corsi tenendo traccia di quali clienti frequentano quali corsi e in quali centri.

I corsi sono tenuti dall'istruttore che ne è responsabile. Ovviamente gli orari in cui si tiene un corso devono essere conformi ai turni stabiliti per l'istruttore. Ciò significa che l'istruttore può tenere corsi solamente durante il proprio orario di lavoro e non come attività straordinarie. Il database non deve quindi consentire l'inserimento di corsi al di fuori dell'orario di lavoro ordinario definito dai piani di turnazione del personale decisi dalla direzione. Si veda il paragrafo 2.3.5 per i dettagli.

2.3.5 Turnazione del personale

I turni del personale, cioè gli orari in cui lavora ciascun dipendente di ogni centro fitness, sono decisi dalla direzione sulla base di esigenze di business e particolari richieste fatte dal personale. Il database contiene una speciale area nella quale è possibile memorizzare i piani di turnazione del personale.

Stabilire in quali fasce orarie dovrà lavorare ogni singolo dipendente per organizzare al meglio il business della palestra è un problema complesso di otti-

mizzazione. Si supponga che l'azienda abbia a disposizione un apposito modulo del sistema informativo adibito a questo scopo e che il database debba solamente memorizzare i piani di turnazione.

Le funzionalità di back-end devono comunque vietare l'inserimento di piani di turnazione non validi. Un piano di turnazione è valido se ciascun dipendente lavora al massimo 8 ore e non esistono fasce orarie di uno stesso giorno in cui un dipendente è assegnato a centri diversi, oppure tiene contemporaneamente due corsi in due sale diverse nella stessa fascia oraria dello stesso giorno. Questi vincoli sono di tipo generico e devono essere implementati sul DBMS Oracle MySQL mediante trigger.

2.3.6 Allenamenti e monitoraggio smart

Mediante la comunicazione intelligente di alcuni sensori indossati dai clienti e altri di cui sono dotate le attrezzature è possibile monitorare l'effettiva attività del cliente durante le sessioni di allenamento. In particolare, per ogni esercizio previsto dalla scheda di allenamento di un cliente, viene salvato nel database l'istante di inizio, l'istante di fine e un insieme di dati che descrivono ciò che l'utente ha di fatto eseguito relativamente a quell'esercizio. Per esempio, se l'esercizio prevedeva tre ripetizioni da 45 addominali, il sistema intelligente della palestra riesce a capire quante ripetizioni sono state fatte, il numero di volte che sono state fatte e così via. Questi dati sono salvati nel database.

Se l'esercizio prevede l'uso di un'attrezzatura, il sistema è in grado di individuare l'effettiva configurazione di utilizzo con cui l'utente ha impostato l'attrezzatura necessaria allo svolgimento dell'esercizio (si veda il paragrafo 2.3.1). Al termine di ogni esercizio il sistema salva anche il tempo effettivamente impiegato dal cliente per eseguirlo. Se l'esercizio prevede dei tempi di recupero ben precisi (come per esempio accade per gli esercizi con ripetizioni) il sistema salva anche gli effettivi tempi di recupero del cliente.

Tutto ciò è possibile per ogni esercizio. Deve essere proposta dallo studente una metrica che permetta di misurare la fedeltà con la quale il cliente esegue gli esercizi di ogni allenamento. Questa metrica deve essere implementata e usata nell'analisi dei dati per le attività di reporting della performance dei clienti dei centri fitness dell'azienda descritta nel paragrafo 2.5.2. La performance dell'utente è visualizzata sullo smartphone dell'utente da una specifica app, come mostrato in Figura 2.2.

Lo studente è libero di studiare una o più metriche per effettuare la misura della performance dei clienti, nonché alcune modalità per la conseguente visualizzazione riepilogativa delle informazioni di performance effettuata dalla app, la quale è basata su snapshot popolati periodicamente. Questi dati sono salvati nel database e sono disponibili per analisi dei dati volte al miglioramento della performance dell'utente e alla ricalibrazione delle schede di allenamento assegnate. Deve quindi essere possibile quantificare se una scheda di allenamento è troppo intensa o viceversa dipendentemente dalla performance del cliente. Questa valutazione deve avvenire in modo automatico mediante funzionalità implementate sul DBMS. Tali funzionalità e i concetti alla base devono essere spiegati nella documentazione. Sarà valutata la chiarezza della descrizione e l'originalità delle metriche introdotte.



2.3.7 Aree allestibili*

Mediante il sito web, un *cliente richiedente* può prenotare un'area allestibile per una determinata fascia oraria di un certo giorno della settimana, richiedendone un particolare allestimento. Il cliente richiedente deve specificare anche tutti gli altri clienti che prenderanno parte all'attività sportiva assieme a lui. Le prenotazioni hanno uno stato, e sono dapprima memorizzate nel database con stato pari a **da confermare**. La direzione del centro fitness approva o meno le prenotazioni sulla base di scelte di business. Per esempio, la direzione potrebbe seguire un ordine di soddisfacimento delle richieste di prenotazione delle aree allestibili che non rispetta necessariamente l'ordine cronologico con cui le richieste sono effettuate. Qualora la richiesta di prenotazione sia approvata, questa passa in stato **approvata**, altrimenti la direzione propone alcune date e fasce orarie alternative all'interno delle quali è possibile soddisfare la richiesta di prenotazione del cliente richiedente. Tali alternative sono memorizzate nel database per essere visualizzate nell'area privata del cliente richiedente, all'interno del sito web. Ovviamente solo una di queste alternative può essere confermata dal cliente. Al momento della conferma, la prenotazione alternativa della direzione passa in stato **approvata** e le altre alternative sono automaticamente rimosse dal database. Se il cliente non conferma alcuna delle alternative entro 48 ore

* Obbligatoria solo per i gruppi composti da 3 studenti.

dalla proposta della direzione, la richiesta di prenotazione decade ed è eliminata dal database assieme alle alternative proposte dalla direzione.

Le prenotazioni approvate sono mantenute nel database. Il pagamento per la fruizione delle aree allestibili avviene mensilmente. Ogni mese deve quindi essere possibile ottenere un resoconto dell'utilizzo delle aree allestibili per ciascun cliente titolare di contratto e ciascun cliente occasionale, in modo da calcolare gli importi dovuti da ciascun cliente.

2.3.8 Integratori

I centri fitness dell'azienda commercializzano anche integratori utili per raggiungere alcuni scopi di potenziamento muscolare. Gli integratori sono spesso associati alle diete consigliate dai medici nutrizionisti dei centri fitness.

Ciascun integratore ha un nome commerciale, una sostanza contenuta ed è venduto in confezioni che contengono un numero di pezzi, ciascuno dei quali contiene una certa quantità di sostanza, espressa tipicamente in milligrammi o millilitri se commercializzata rispettivamente in forma di compresse oppure liquida. Le confezioni di integratori hanno infine una data di scadenza.

I centri fitness fanno degli ordinativi mensili a un insieme di fornitori tramite i quali acquistano gli integratori. Ciascun fornitore è descritto da un nome commerciale, una forma societaria (cioè S.r.l., S.p.a, S.a.s. e così via), una partita IVA, un indirizzo, un numero telefonico e un insieme di integratori commercializzati.

Ogni ordine effettuato da un centro fitness è caratterizzato da un codice interno, da un fornitore, da un codice esterno associato dal fornitore, dal codice del centro fitness richiedente, da una data di evasione³ e da un insieme di integratori con il rispettivo quantitativo di confezioni ordinate. Gli ordini hanno inoltre uno stato e una data di consegna preferita, cioè una data entro la quale la direzione desidera che i prodotti siano consegnati.

Il sistema informativo dell'azienda permette alla direzione di impostare degli ordini anche senza inviarli subito al fornitore. Ciò permette di creare i nuovi ordini di integratori in maniera incrementale, dipendentemente dalle esigenze di business. Questa tipologia di ordine non ancora completata è salvata nel database con lo stato **incompleto**. Quando la direzione invia un ordine incompleto al fornitore questo passa in stato **evaso**. Dal momento dell'evasione⁴ il fornitore ha tempo fino alla data di consegna preferita per inviare la merce. Quando la merce arriva, un dipendente del centro fitness si occupa di caricare la merce a magazzino.

Il database deve far sì che la direzione possa conoscere lo stato del magazzino e degli ordini in ogni momento, ovverosia la quantità di integratori attualmente presente in giacenza e ordinata di ciascun tipo di integratore. Quando gli integratori sono venduti ai clienti, questi sono pagati immediatamente e la quantità acquistata deve essere memorizzata nel database assieme alla data di acquisto e al codice del cliente che ha effettuato l'acquisto.

³La data di evasione è la data in cui un ordine è trasmesso al fornitore.

⁴Con il termine *evasione* si intende l'invio al fornitore.

2.4 Area social

L'area social contiene un forum di discussione diviso in aree tematiche. All'interno del forum, i clienti pubblicano post in cui condividono le loro esperienze e i loro progressi nelle attività sportive e ricreative effettuate nei centri fitness dell'azienda.

2.4.1 Post

Al momento della sottoscrizione di un contratto, a ciascun utente è assegnato uno username e una password. L'utente sceglie poi un insieme di interessi con i quali completa il suo profilo. Gli interessi sono ovviamente di tipo sportivo, o comunque riconducibili ad attività che possono essere compiute nei centri fitness dell'azienda.

I post sono pubblicati dagli utenti in diversi thread del forum. Ogni post è contraddistinto dallo username dell'utente che lo ha pubblicato, da un testo, dal timestamp di pubblicazione, dall'area del forum in cui è pubblicato e da eventuali link a contenuti multimediali (URL a contenuti ospitati su server di terze parti).

I post ricevono risposte da altri utenti del forum. I post di risposta possono essere valutati dagli altri utenti con un giudizio (da una a cinque stelle). In base al numero di post pubblicati e ai giudizi ottenuti nel tempo, un utente acquisisce una determinata credibilità all'interno del forum. La politica di attribuzione della credibilità (cioè, di un punteggio) e la sua evoluzione temporale è lasciata a discrezione dello studente.

2.4.2 Amicizia e cerchie

Nella sua attività nell'area social, l'utente stabilisce delle amicizie con altri utenti. Le richieste di amicizia funzionano come nei più comuni social network. Un utente richiede l'amicizia a un altro e l'altro decide se accettare o meno tale richiesta. Nel database sono memorizzate per ogni utente tutte le richieste di amicizia accettate e non accettate.

Gli amici di un utente sono partizionati in cerchie, cioè gruppi di amici che condividono un sottoinsieme di interessi con quell'utente. La divisione in cerchie è effettuata dall'utente. Vi sono tuttavia delle funzionalità di back-end che suggeriscono a un utente di inserire in una determinata cerchia alcuni amici che non ne fanno ancora parte. Ciò avviene nel momento in cui gli interessi dell'utente, che possono evolversi temporalmente, divengono molto simili a quelli di tali amici. La gestione della somiglianza che stabilisce quando il sistema suggerisce di inserire un amico in una cerchia è lasciata a discrezione dello studente.

2.4.3 Sfide

La piattaforma social del sito web dell'azienda offre la possibilità ai suoi clienti di lanciare delle sfide. Una sfida è lanciata da un solo cliente, detto *proponente*, e ha uno scopo da raggiungere in un determinato tempo. Mediante il lancio di una sfida il proponente intende aumentare la sua motivazione nel raggiungere un traguardo. Per esempio, l'utente Tizio potrebbe lanciare una sfida per perdere

2 chili in una settimana. L'utente Caio potrebbe invece desiderare l'aumento della circonferenza delle gambe di 2 centimetri in un mese. Le sfide lanciate sono memorizzate nel database mediante il codice del cliente proponente, la data di lancio della sfida, la data di inizio e scadenza della sfida, e lo scopo. Il cliente proponente associa alla sfida che lancia anche una scheda di allenamento che può includere esercizi differenti giorno per giorno, e quindi un carico giornaliero diverso dipendentemente dallo stato di avanzamento della sfida. Alla sfida può anche essere associata una scheda di alimentazione. Il cliente durante sfida seguirà la scheda di allenamento e la scheda di alimentazione per conseguire il traguardo.

Gli amici dell'utente proponente possono aderire o meno alla sfida. Gli amici che accettano la sfida, detti *partecipanti*, danno il loro consenso via web. Il database deve permettere di memorizzare l'insieme dei clienti che partecipano alla sfida. I partecipanti possono apportare cambiamenti alla scheda di allenamento e/o di alimentazione del proponente, seguendo poi effettivamente quella durante la sfida. Ogni giorno i partecipanti e il proponente valutano il loro sforzo fisico e psichico usando una scala di valori predeterminati. A ciascuna sfida è anche associato un thread all'interno del quale i partecipanti e il proponente possono comunicare mediante la pubblicazione di post.

Il vincitore della sfida è il cliente che raggiunge lo scopo prefissato dal proponente col minore sforzo psicofisico e nel minore lasso di tempo, cioè con più anticipo possibile rispetto alla scadenza dettata dal proponente. La valutazione dello sforzo psicofisico è lasciata a discrezione dello studente.

2.5 Area analytics

L'area analytics contiene funzionalità lato server (data tier) che permettono di analizzare i dati alla ricerca di informazioni utili sulla frequentazione dei centri fitness, sulle criticità dei servizi offerti, sulle vendite di integratori e sulla performance dei clienti.

2.5.1 Reporting

Questa prima funzionalità è volta all'individuazione delle criticità dei centri fitness in termini di corsi con pochi frequentanti, fasce orarie scarsamente frequentate e servizi accessori utilizzati dai clienti, cioè servizi non previsti dal contratto, di cui l'utente usufruisce, pagandoli a parte. L'analisi della fruizione di servizi accessori come ingressi alle piscine per contratti in cui non sono previsti, uso frequente alle aree allestibili ecc. può dare l'opportunità alla direzione di confezionare promozioni specificatamente studiate per taluni clienti. Le promozioni sono ovviamente orientate a far acquistare al cliente alcuni pacchetti integrativi per il suo contratto.

La funzionalità analytics di reporting deve anche rendere possibile il monitoraggio dell'utilizzo delle attrezzature per capire se i vari centri sono adeguatamente dimensionati, analizzando anche i tempi di attesa dei clienti (espressi usando gli istanti di inizio e fine degli esercizi registrati) sulla base delle schede di allenamento.

2.5.2 Performance sportiva

Sulla base dei dati relativi a ciò che l'utente effettivamente fa durante le sessioni di allenamento, una o più funzionalità analytics lato server devono definire una misura per quantificare l'efficienza della performance sportiva dei clienti. Questa misura è lasciata a completa discrezione dello studente che deve documentare come intende calcolarla e su quali orizzonti temporali basare le misurazioni di scostamento. Sulla base dell'efficienza della performance sportiva lo studente deve ipotizzare una soluzione al problema di ricalibrazione delle schede di allenamento. Si tenga presente che si intende valutare lo spirito propositivo dello studente, non tanto l'efficienza delle soluzioni proposte. Documentare appropriatamente⁵ nella documentazione le soluzioni proposte.

2.5.3 Rotazione del magazzino

Questa funzionalità ha lo scopo di controllare le vendite degli integratori valutando periodicamente lo stato del magazzino. In particolare, deve essere possibile avere dei report aggiornati mensilmente circa gli integratori a magazzino, analizzati per data di scadenza e tipologia. Realizzare anche un report delle vendite strutturato ad esempio per prodotto.

In base agli integratori più prossimi alla scadenza oppure in base a quelli venduti meno frequentemente, devono essere automaticamente generate delle promozioni al fine di evitare che talune confezioni scadano o rimangano invendute per un periodo di tempo superiore a quello in cui la merce deve essere pagata ai fornitori. Le promozioni sono sotto forma di report e saranno valutate dalla direzione al fine di scegliere quale mettere in essere. Per esempio, se un lotto di integratori è pagato mediante una fattura a 90 giorni dalla data di arrivo della merce a magazzino, quegli stessi integratori dovranno essere stati venduti prima dei 90 giorni. Nella peggiore delle ipotesi, è sufficiente vendere una quantità di confezioni pari al costo complessivo di acquisto.

Le funzionalità qui progettate devono essere in grado di assistere la direzione per determinare le tipologie di integratori di cui cessare gli ordinativi, nonché effettuare ranking dei prodotti da vendere prioritariamente, con quale margine temporale e con quale sconto. I margini temporali e le politiche di prezzo sono lasciate a discrezione dello studente.

⁵Una pagina è più che sufficiente. Prediligere un'esposizione semplice dei concetti.