

Progetto Lauree Scientifiche - Matematica

Liceo “F. Corradini” di Thiene

Anno Scolastico 2008/2009

Il Progetto Lauree Scientifiche Matematica del Liceo Corradini di Thiene si è concretizzato attraverso la collaborazione dei seguenti soggetti

1. Liceo “F. Corradini” di Thiene
2. Exprivia SpA Corporate
3. Reparto di Cardiologia dell’Ospedale di Thiene
4. Dipartimento di Matematica dell’Università di Padova

organizzati in un gruppo di lavoro strutturato come segue:

- Coordinatore del gruppo: prof. Andrea Centomo (docente di Matematica e Fisica Liceo “F. Corradini” di Thiene)
- referenti Exprivia: Beato Pierluigi (Project Manager Ricerca e Sviluppo) dott.ssa Lucia Gecchelin (analista programmatore - Master Sami Mami Università di Milano Bicocca)
- referenti Reparto di Cardiologia Ospedale di Thiene: dott. Bortolo Martini (primario), dott. Francesco Guglielmi
- supervisore universitario: prof.ssa Paola Mannucci (professore associato Università di Padova)
- docenti di Matematica e Fisica aggregati: prof. Giovanni Bettanin (Liceo “F. Corradini” di Thiene), prof. Lorenzo Meneghini (Liceo “F. Corradini” di Thiene).
- gruppo di studenti del Liceo “F. Corradini” di Thiene appartenenti a diversi indirizzi di studio (scientifico, tecnologico e classico).

1 Argomento del progetto

La scelta dell'argomento per il progetto si è concretizzata durante la fase di ricerca di un'azienda partner interessata allo sviluppo di tematiche di Matematica Applicata.

Tra le aziende contattate rientrava Exprivia SpA, la cui offerta sul mercato del software medicale si focalizza sulla commercializzazione di una piattaforma di integrazione dei processi clinico-diagnostici per le strutture ospedaliere pubbliche e private. Tra i vari componenti della piattaforma Exprivia rientra il software per la refertazione di immagini diagnostiche denominato MedStation 4.

L'obiettivo suggerito da Exprivia al gruppo di lavoro è stato il seguente:

Studiare funzioni e algoritmi matematici base per l'estensione delle funzionalità di refertazione di MedStation 4 ad immagini ecocardiografiche e implementarli al calcolatore.

1.1 Motivazioni

Nell'orizzonte più generale degli scopi del Progetto Lauree Scientifiche per la Matematica il progetto proposto da Exprivia è sembrato molto interessante per diverse ragioni:

1. l'argomento ecocardiografia richiede conoscenze pluridisciplinari afferenti la Biologia, la Matematica e la Fisica in buona parte alla portata di uno studente motivato di Liceo;
2. le funzioni e gli algoritmi necessari per l'estensione delle funzionalità del software MedStation 4 presentano un chiaro interesse matematico nell'ambito dell'Analisi e del Calcolo Numerico, toccando anche aspetti elementari di dinamica dei fluidi e di propagazione di onde meccaniche (effetto Doppler);
3. una parte del progetto doveva essere dedicata alla programmazione e ciò rientrava in particolare nell'interesse del folto gruppo di studenti dell'indirizzo tecnologico.

2 Realizzazione del progetto

In questo paragrafo vengono descritte le varie fasi di realizzazione del progetto che sono riassunte nel diagramma di Gantt sottostante.

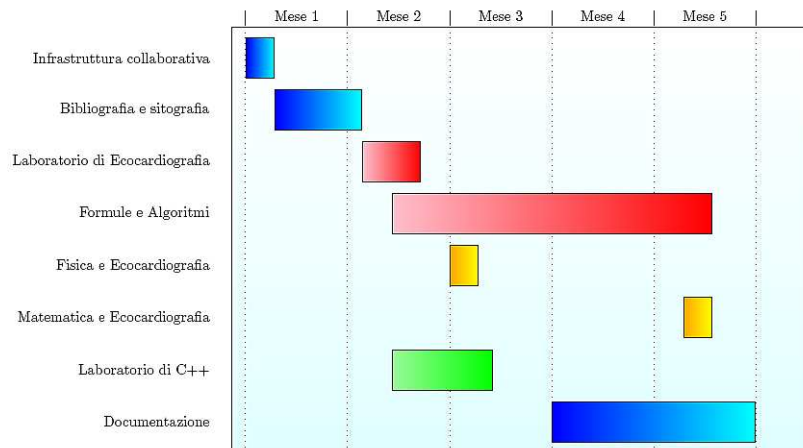


Figura 1: diagramma di Gantt del progetto

2.1 Infrastruttura collaborativa

L'esperienza maturata nell'ambito del Progetto Lauree Scientifiche insegna che nella fase di realizzazione è utile disporre di una infrastruttura informatica collaborativa che assolva essenzialmente alle seguenti funzioni

- raccolta e strutturazione di materiali utili al progetto (articoli, link, ecc...) o che vengono elaborati durante il progetto (programmi, dispense, relazioni);
- comunicazione sincrona e asincrona tra i partecipanti al progetto.

L'esistenza di un deposito strutturato di articoli e link consultabili in rete e la possibilità di disporre di ampi canali di comunicazione che superano l'esiguo numero di ore in presenza sono aspetti importanti per la buona riuscita del progetto.

Anche per questa annata si è deciso di ricorrere all'utilizzo della piattaforma di e-learning CorradiniMoodle, basata su **Moodle**¹, che il Liceo Corradini mantiene dal 2006.

¹Moodle è un software multipiattaforma open source ossia che viene rilasciato in Internet con il suo codice sorgente, con un copyright che ne sancisce la proprietà intellettuale e con licenza GPL, in modo da rendere il software liberamente copiabile, utilizzabile e modificabile da parte di tutti, impedendo allo stesso tempo che su di esso vengano aggiunte restrizioni che ne limitino l'uso libero.

Risorsa 1 *Il lettore interessato a visualizzare lo spazio Moodle utilizzato per il progetto può accedere come ospite a Progetto Lauree Scientifiche 2008 – 2009 all'indirizzo <http://www.corradinimoodle.it/moodle/>.*

2.2 Bibliografia e sitografia

La selezione di articoli e link e la loro raccolta in un ambiente strutturato costituiscono una fase delicata del progetto.

Una prima parte della documentazione sull'ecocardiografia e sulla programmazione in C++ è stata raccolta dal coordinatore del progetto. Successivamente la sezione dedicata all'ecocardiografia è stata significativamente arricchita da articoli e link suggeriti dal dottor B. Martini. Exprivia ha contribuito all'arricchimento della sezione relativa alla programmazione C++.

2.3 Seminario introduttivo

Il progetto è stato presentato agli studenti in un seminario introduttivo tenuto dal coordinatore del progetto. Nel corso del seminario sono stati trattati i seguenti aspetti:

- principi generali di ecocardiografia e formule matematiche per la valutazione della funzionalità del ventricolo sinistro;
- refertazione online e estensione delle funzionalità di MedStation 4 ad immagini ecocardiografiche;
- descrizione dell'infrastruttura collaborativa per i partecipanti al progetto.

Risorsa 2 *I contenuti relativi all'ecocardiografia e allo studio del ventricolo sinistro sono esposti nel paragrafo 1 dell'allegato Materiali Didattici.*

2.4 Laboratorio di Ecocardiografia

A breve distanza dal seminario introduttivo i partecipanti al progetto hanno partecipato ad un Laboratorio di Ecocardiografia presso l'Ospedale di Thiene.

Il dottor Francesco Guglielmi, dopo una breve introduzione sull'ecocardiografia Doppler, ha mostrato in dettaglio, utilizzando come cavie due studenti, come si eseguiva un esame ecocardiografico completo e quali fossero i dati maggiormente significativi per la diagnostica. L'esposizione è stata accompagnata dall'illustrazione del funzionamento dell'ecocardiografo.

Questa fase del progetto è risultata particolarmente utile a chiarire quali fossero le funzioni che il software MedStation 4 avrebbe dovuto necessariamente incorporare per permettere la refertazione su immagini ecocardiografiche.

2.5 Laboratorio di C++ (I parte)

Dallo studio dei materiali bibliografici e da quanto appreso durante il Laboratorio di Ecocardiografia si è giunti alla conclusione che le funzioni e gli algoritmi da implementare in MedStation 4 erano riconducibili a:

1. calcolo di formule elementari che coinvolgono operazioni aritmetiche e radici;
2. calcolo di formule fisiche relative alla dinamica dei fluidi;
3. algoritmi per la valutazione numerica di aree e volumi.

Nel primo Laboratorio di C++ sono state poste le basi per poter implementare, seguendo le regole di programmazione utilizzate da Exprivia, le formule ecocardiografiche elementari: frazioni, indici cardiologici, Body Surface Area, formule empiriche per la valutazione di massa.

Risorsa 3 *Esempi di codice C++ e di formule elementari sono esposti nel paragrafo 1 dell'allegato Materiali Didattici.*

2.6 Laboratorio di C++ (II parte)

Nel secondo Laboratorio di C++ è continuata l'implementazione delle formule ecocardiografiche.

2.7 Seminario di Fisica dell'Ecocardiografia

Una parte delle formule di interesse in ecocardiografia sono legate a nozioni di propagazione di onde meccaniche (formula di Doppler) e di dinamica dei fluidi (equazione di continuità e equazione di Bernoulli per l'ecocardiografia).

Dal momento che la preparazione degli studenti partecipanti risultava carente in questo ambito è stato organizzato un seminario di approfondimento durante il quale:

1. si è dedotta rigorosamente la formula di Doppler chiarendone il suo uso ecocardiografico come strumento per dedurre la velocità del flusso ematico;
2. si è introdotta l'equazione di continuità mostrandone le applicazioni al calcolo delle aree valvolari e degli orifizi rigurgitanti (metodo PISA);
3. si è introdotta l'equazione di Bernoulli semplificata evidenziando come essa permetta il calcolo delle formule relative ai gradienti pressori.

Risorsa 4 *I contenuti relativi alla Fisica dell'Ecocardiografia sono esposti nel paragrafo 2 dell'allegato Materiali Didattici.*

2.8 Seminario di Matematica dell'Ecocardiografia

Durante l'indagine ecocardiografica viene ricorrentemente utilizzata la funzionalità di calcolo dell'area di una regione che il medico contorna con il mouse sull'immagine. Da un punto di vista del software ciò equivale a richiedere l'implementazione di funzioni che date in ingresso le coordinate dei vertici di un poligono restituiscano la sua area.

Nella prima parte del seminario è stata descritta la formula di Surveyor che permette questo calcolo.

Un secondo problema, più complesso, riguarda la stima di volumi di camere cardiache a partire da sezioni piane. In questa fase del progetto si è resa necessaria la collaborazione del referente universitario prof.ssa Paola Mannucci.

Nella letteratura ecocardiografica la determinazione dei volumi viene affrontata in modi diversi:

- a) attraverso formule empiriche (non raccomandata);
- c) attraverso formule approssimate che utilizzano misure piane;
- b) con metodi che si riconducono al metodo di Simpson (nelle sue varianti monoplano e biplano).

Durante il lavoro di ricerca con il referente universitario ci si è resi conto di un fatto piuttosto singolare. Nella letteratura ecocardiografica per il calcolo dei volumi da una parte si ricorre molto spesso all'ipotesi di simmetria rotazionale delle camere cardiache, dall'altra appaiono solo sporadici riferimenti al teorema di Pappo sul volume del solido di rotazione. Approfondendo la ricerca si scopre che in realtà esiste una formula facilmente implementabile che permette di calcolare in modo esatto il volume di un solido ottenuto per rotazione attorno ad un asse di un poligono di cui siano date le coordinate dei vertici.

La formula di Pappo è stata successivamente incorporata nel software di refertazione Exprivia andando ad affiancare i metodi tradizionali.

Risorsa 5 *I contenuti relativi alla Matematica dell'Ecocardiografia sono esposti nel paragrafo 3 dell'allegato Materiali Didattici.*

2.9 Documentazione

Il progetto è stato documentato in tutti i suoi passaggi e arricchito da documentazione di carattere didattico.