

Progetto
Bussola parlante

Allievo: Greco Naomi

Allievo: Martelli Lapo

Allievo: Rivera Khristian

I.S.I.S. "Leonardo da Vinci"
via Del Terzolle, 91
50027 Firenze

docente: Passalacqua Riccardo

Indice

1. Come è nato il progetto	pag. 2
1.1 Ipotesi di progetto	pag. 2
2. Realizzazioni	pag. 3
2.1 Bussola parlante	pag. 3
2.2 Tavola controllo direzione	pag. 5
2.3 Simulatore di navigazione a vela	pag. 5
3. Conclusioni	pag. 6
4. Riconoscimenti	pag. 6
5. Sintesi attività nautica L.N.I.	pag. 7

1 Come è nato il progetto

Il progetto nasce nel 2008 da un' iniziativa dei dirigenti della Lega Navale Italiana, sede di Firenze, indirizzata alla divulgazione della navigazione a vela a persone con handicap visivo, uditivo e sindrome di Down.

Per i ragazzi con handicap visivo, durante il corso e le successive uscite in barca a vela, si evidenzia la non affidabilità della loro bussola tattile (fig.1). Infatti la loro bussola, in fase di lettura, presenta diversi inconvenienti, tra i quali la precisione, poiché con la sola azione delle dita è possibile spostare l'ago dalla posizione di riferimento Nord.

Da questa esperienza, positiva ed entusiasmante per gli allievi non vedenti, è nata l'idea, sia da parte dei dirigenti e consiglieri della Unione Italiana Ciechi che dei dirigenti della Lega Navale Italiana, di rendere autonome le persone non vedenti alla navigazione, grazie a strumenti precisi e facilmente manovrabili.

Nel 2009, gli allievi dell'IPSIA "Leonardo da Vinci" appartenenti a diverse specializzazioni: meccanici, elettronici, carrozzieri e fotografi, ed in parallelo con gli allievi della specializzazione dei centralinisti della scuola I.P.S.I.A. "A. Nicolodi" di Firenze, hanno dato vita al progetto "Bussola parlante", che corrisponde al primo strumento richiesto dalla UIC e dalla LNI di Firenze.

Anche questo progetto, come quelli ideati nel passato nel nostro Istituto (ad esempio la penna per non vedenti, sviluppata nel 1995, la tavolozza dei colori, sempre per non vedenti ideata nel 1996, il mouse helpstick per bambini distonici del '97, i giochi per bambini cerebrolesi progettati e realizzati nel 1998 e, nel 2009, "Alfred, move your body...please!", uno scheletro-robot utile alla didattica degli allievi non vedenti del corso di Massofisioterapia) si rivolge al mondo dei diversamente abili.

I progetti così strutturati, in cui viene posto il ragazzo di fronte a problemi concreti, reali, che hanno come obiettivo la realizzazione di un sistema pensato dai ragazzi stessi, garantisce ad ogni allievo un suo spazio in cui può esprimere le sue doti e sviluppare in modo adeguato le sue attitudini.

I benefici di questa metodologia di lavoro sono indubbi sia sotto il profilo della crescita umana, e in particolare della solidarietà, che sotto il profilo tecnico e professionale degli allievi.

1.1 Ipotesi di progetto

Il progetto "bussola parlante" riguarda la progettazione e la realizzazione di un sistema di orientamento elettronico, da impiegare nel settore nautico, e fruibile sia da persone normodotate che da persone non vedenti.

Le caratteristiche tecniche della bussola sono state fornite, ai nostri allievi, da un ex-allievo della scuola IPSIA "A. Nicolodi" e dai dirigenti della Lega Navale Italiana, e riguardano i seguenti aspetti:

- il sistema deve essere trasportabile e quindi leggero,
- deve fornire i dati inerenti alla rotta con una precisione inferiore al grado
- un ingombro minimo per poter garantire il montaggio in modo rapido e su qualsiasi tipo di supporto,
- possibilità di utilizzare il sistema su una barca a vela avente o la ruota o la barra del timone,
- i dati relativi alla rotta e alla sua deviazione devono essere tradotti in segnali acustici
- la bussola non deve essere collegata al sistema GPS.

Con queste specifiche del progetto, gli allievi, hanno svolto un' indagine di mercato, tramite internet, sia su siti italiani che internazionali, o rivolgendosi direttamente ai responsabili di negozi del settore nautico, per vedere se esistevano degli strumenti con caratteristiche simili a quelle richieste. Purtroppo il risultato di questo lavoro di analisi di mercato è stato negativo, e per questo motivo gli allievi sono passati alla fase successiva: ideare la bussola parlante.

2 Realizzazioni

2.1 Bussola parlante

Gli aspetti hardware e software del progetto ben si inquadravano negli obiettivi della materia Sistemi del corso Tecnici Industrie Elettroniche del quarto e quinto anno.

Infatti, il sistema di misura delle tre componenti spaziali del campo magnetico terrestre, la cui conoscenza consente di determinare la direzione del nord geografico, oltre ad altri parametri, si colloca nell'ambito dello studio dei sistemi di acquisizione dati. Questo comprende l'analisi sia dei trasduttori, nel nostro caso magnetoresistenze, sia dei circuiti elettronici per il condizionamento del segnale in uscita, nonché del convertitore analogico/digitale che li segue. La tecnologia attuale consente l'integrazione di tutti questi elementi su una piccola scheda (fig.2), che comprende a bordo anche un microprocessore che consente di elaborare i dati ponendoli a disposizione su una porta di trasmissione seriale.

Allo stesso tempo la materia Sistemi prevede lo studio dei sistemi informatici e dei linguaggi per la loro programmazione. In questo senso l'analisi del software in linguaggio C che consente alla scheda Beaglebord (vedi fig.4), connessa al modulo CMPS10, di creare la sintesi vocale dei dati necessari alla navigazione si inseriva in modo appropriato nel programma scolastico da svolgere.

Oltre alla parte che riguarda la Bussola Parlante la classe, guidata dagli insegnanti, si è anche occupata dello sviluppo dell'elettronica dedicata al controllo dei motori del simulatore di navigazione, predisponendo una sequenza automatica di movimenti del modello di barca a vela per mezzo di un PC programmato in ambiente LabVIEW. Si tratta in questo caso di un esempio di sistema di distribuzione dati che, insieme a quelli di acquisizione, costituiscono programma da svolgere.

Naturalmente per gli argomenti più complessi, i montaggi delle schede ed i loro collaudi, sono stati necessari anche spazi al di fuori dell'orario scolastico a cui, almeno una parte degli allievi, ha partecipato con entusiasmo. Il lavoro è terminato entro la fine dell'anno scolastico ed alcuni allievi particolarmente interessati hanno potuto realizzare Tesine di approfondimento che, presentate in sede di Esame di Stato, hanno contribuito ad una ottima valutazione dei candidati.

Delineiamo adesso con maggiori dettagli i punti principali dello sviluppo del progetto.

Dopo aver preso nota delle specifiche tecniche suggerite da rappresentanti della Lega Navale Italiana abbiamo realizzato una ricerca di mercato per individuare l'hardware ed il software necessario.

Per quanto riguarda l'hardware i moduli da cercare erano due. Il primo doveva fornirci la direzione di navigazione; doveva cioè rilevare le variazioni del campo magnetico terrestre. A tale scopo abbiamo individuato l'oggetto in fig.2. Questo modulo, denominato CMPS10, è dotato di un accelerometro e di un magnetometro e fornisce, oltre l'angolo con il nord, anche le inclinazioni della basetta che in termini 'nautici' prendono il nome di rollio e beccheggio (<http://www.robotelectronics.co.uk/htm/cms10doc.htm>).

Il modulo permette di conoscere l'angolazione nei confronti del polo nord in decimi di grado ed è molto flessibile per quanto concerne le modalità di comunicazione. Per ricevere i dati, dopo opportuna configurazione, si può scegliere fra tre possibilità: 1) Modalità PWM, 2) Modalità I2C, 3) Modalità seriale.

Abbiamo optato per la modalità seriale in quanto le opportune interfacce si trovano frequentemente sui PC industriali ed è facile implementare il software necessario per la comunicazione.

Il dispositivo presenta l'inconveniente, frequente in questo genere di apparecchiature, che i segnali in uscita non sono conformi in tensione allo standard RS232. Di conseguenza abbiamo avuto necessità di frapporre, fra il modulo ed il PC con cui dialogava, un adattatore (fig.3). La nostra scelta è ricaduta sul Pololu 23201A (<http://www.pololu.com/catalog/product/126>). Ricevuti i moduli

abbiamo realizzato del software per testarli e conoscerli nel dettaglio. Il software è stato sviluppato su un PC con sistema operativo Linux/Gnu usando gli strumenti presenti nella distribuzione installata, una Ubuntu Lucid. Tali strumenti erano il compilatore gcc 4.3.3 e relativi tools a corredo. Il software sviluppato inviava, tramite la tastiera, i comandi necessari per conoscere l'angolo nei confronti del nord, il rollio o il beccheggio e stampava la risposta sullo schermo. Il passo successivo è stato individuare una scheda dove far girare il programma principale e dopo una ricerca su ciò che il mercato offriva abbiamo scelto la Beagleboard (fig.4). Questa scheda, le cui informazioni tecniche sono reperibili a <http://beagleboard.org/>, viene venduta equipaggiata con il sistema operativo angstrom (<http://www.angstrom-distribution.org/>) installato su sd-card. In considerazione del fatto che avremmo dovuto personalizzare il software di sistema per implementare la produzione artificiale della voce umana, abbiamo preferito lavorare con una più "classica" distribuzione Debian (<http://elinux.org/BeagleBoardDebian>). Seguendo le istruzioni indicate nel link precedente abbiamo realizzato una sd-card con il sistema operativo avviabile ed abbiamo effettuato la sostituzione.

A questo punto il progetto per quanto riguardava l'hardware era completo, mancava solo il software. Il primo passo è stato fare il porting del programma di test. Questo programma era stato compilato con il compilatore gcc per piattaforme x86, la nostra Beagleboard invece usava un Arm Cortex8, di conseguenza avevamo bisogno del compilatore per microprocessori Arm. Tale compilatore era presente fra i pacchetti della distribuzione e dopo averlo installato abbiamo compilato il programma di test. Ottenuto l'eseguibile, con una sessione ftp, lo abbiamo trasferito sulla beagleboard e tramite un collegamento telnet lo abbiamo mandato in esecuzione verificandone il funzionamento.

Il passo successivo è stato stabilire in dettaglio i compiti del software di gestione. Sono state individuate le seguenti caratteristiche da implementare:

- 1) acquisizione dei comandi dell'operatore con dei pulsanti, a) posizione, b) rollio, c) beccheggio, d) impostazione fuori rotta;
- 2) interrogazione del modulo CMPS10;
- 3) elaborazione delle informazioni da comunicare all'esterno della Beagleboard trasformandole in "voce".

Modificando il programma di test è stato semplice implementare i primi due punti, dopo di che al progetto, mancava solo la trasformazione delle informazioni, arrivate dal CMPS10 ed elaborate dalla Beagleboard, in voce. Per ottenere questo obiettivo abbiamo utilizzato la libreria ML-FLite – Multilanguage Flite, disponibile all'indirizzo <http://visilab.unime.it/~filippo/MLFLite/MLFLite.htm>. Questa libreria è stata realizzata da Filippo Battaglia, un ricercatore del "Visilab Research Center" dell'università di Messina, modificando la libreria Flite. Quest'ultima è stata realizzata da Alan Black e Kevin Lenzo al Carnegie Mellon University (<http://www.speech.cs.cmu.edu/flite/>). La libreria ML-FLite è disponibile come codice sorgente e licenza LGPL, in questo modo è stato possibile scaricarla e compilarla per la nostra piattaforma. Abbiamo collegato il codice del nostro programma alla libreria raggiungendo così l'obiettivo che c'eravamo proposti.

Il risultato finale è mostrato nella foto di fig.5 che mostra la scheda realizzata dagli allievi della classe quinta T.I.EN. sovrapposta alla BeagleBoard. Il tutto è posizionato su una piattaforma girevole predisposta dagli allievi della specializzazione meccanica allo scopo di poter effettuare i dovuti collaudi.

Nella fase di progetto del contenitore della bussola parlante, gli allievi della specializzazione di meccanica e di carrozzeria, hanno impiegato i moderni programmi CAD tridimensionali, Inventor 2013, ed hanno utilizzato, oltre alla stampante tradizionale bidimensionale, per stampare su carta i vari componenti, una stampante tridimensionale, metodo di lavoro secondo la prototipazione rapida, per costruire alcuni componenti meccanici in resina (Acrilonitrile Butadiene Stirene).

I valori forniti dalla bussola parlante sono stati verificati mediante due strumenti progettati e realizzati dagli allievi di carrozzeria, meccanica ed elettronica: la tavola per il controllo di direzione

e il simulatore di navigazione a vela.

2.2 Tavola per il controllo della direzione

Lo strumento di controllo di direzione (fig. 6) è stato realizzato dalla specializzazione dei meccanici ed è un sistema costituito da una tavola porta bussola (1) collegata ad un albero centrale (2) in cui ad una estremità è libera di ruotare rispetto al telaio, grazie ad una bronzina (3), mentre sull'altra estremità è presente una cava circolare. Vicino all'albero abbiamo una vite (5), alloggiata nel foro del supporto (4), in asse con la cava dell'albero centrale, e ad una certa distanza da essa. La vite è comandata da un pomello zigrinato (6). Nel caso in cui si desideri avere la tavola bloccata, occorre ruotare il pomello finché la vite non entra nella cava dell'albero. Nel caso in cui la tavola debba ruotare, è necessario ruotare il pomello finché la vite sia ad una certa distanza dalla cava. La misura della rotazione della tavola porta bussola è possibile effettuarla tramite un ago (7) fissato alla tavola stessa e un sistema graduato (8) fisso sul sistema di controllo.

Per non interagire con le misure della bussola, i componenti dello strumento, sono stati costruiti utilizzando un materiale come alluminio e acciaio inox, poiché sono materiali che non influenzano il campo magnetico.

Per valutare l'errore di misura della bussola gli allievi hanno seguito la seguente metodologia: la bussola è stata fissata, tramite 4 viti, alla tavola (1) e, una volta orientato lo strumento rispetto al Nord, si è fatta ruotare la tavola di 30°, 45°, 60°, e 90°. Successivamente, le misurazioni, sono state effettuate con un passo angolare ridotto di 2° e poi di 1°.

2.3 Simulatore di navigazione a vela

Il simulatore di navigazione a vela (fig.11) è uno strumento utile per verificare la precisione della bussola parlante in modo dinamico ed è stato progettato e fabbricato dagli allievi della specializzazione di carrozzeria, meccanici, fotografi ed elettronici. I componenti principali del simulatore sono: il modello di barca a vela, "Luna rossa", il sistema meccanico, elettrico ed elettronico per la movimentazione della barca e la rosa dei venti

Il modello di barca, lunga 1,3 m ed alta 2,2 m, è stato costruito in vetro resina dagli allievi di carrozzeria. La verniciatura e la finitura del modello sono state eseguite dagli allievi nella carrozzeria "Overac" situata a Calenzano (Fi). Gli allievi di fotografia hanno ideato una rosa dei venti che è stata posta alla base del simulatore. Gli allievi di meccanica ed elettronica si sono occupati del progetto e realizzazione del sistema di movimentazione della barca. Il sistema di movimentazione permette alla barca le seguenti azioni: rotazione sull'asse verticale (rotta e imbardata), rotazione sull'asse orizzontale (rollio) e rotazione del timone (fig.7).

I motori usati sono mostrati nella foto di fig.8: il primo da sinistra è il motore in continua E192.12.625, alimentato a 12V con 6 giri/minuto, dedicato al cambiamento della direzione di navigazione del modello; il secondo è uno dei due servomotori HS-7980TH, alimentati a 7,4V, che danno luogo al movimento di rollio; il terzo è il servomotore HS-45HB, alimentato a 6V, che consente la rotazione del timone.

L'elettronica necessaria, riportata nella foto di fig.9, è stata sviluppata in una struttura a quattro livelli in modo da ottenere il minimo ingombro orizzontale (80x100x180mm).

Nel primo livello in policarbonato trasparente sono stati collocati gli interruttori che consentono di togliere alimentazione ai quattro motori. Nel livello sottostante è stata realizzata dagli allievi una scheda millefori contenente l'integrato L298, con opportuno dissipatore e ventola di raffreddamento, in grado di pilotare il motore E192.12.625 nelle tre condizioni di fermo, rotazione oraria ed antioraria. I due bit che determinano lo stato del motore sono forniti dalla scheda SSC-32 posizionata nel livello immediatamente al di sotto. Tale scheda è collegata alla porta seriale di un PC ed attraverso di essa riceve i comandi impostati da un programma creato in ambiente di sviluppo LabVIEW. Il software imposta i tempi ed il valore dei bit da inviare all'integrato L298 che pilota il motore dedicato al cambiamento di direzione del modello (imbardata). Lo stesso programma invia

anche i comandi di rotazione per pilotare, sempre attraverso la scheda SSC-32, i tre servo per il movimento di rollio e per lo spostamento del timone.

Infine nell'ultimo livello in basso sono disposti, su scheda millefori, anch'essa realizzata dagli allievi, cinque regolatori LM317, con dissipatori e ventola di raffreddamento, in grado di fornire dai 12V in continua le diverse alimentazioni necessarie all'intero sistema.

In parallelo al lavoro teorico di progettazione e pratico di realizzazione, gli allievi, hanno frequentato lezioni teoriche di barca a vela, condotte dal vice-presidente della L.N.I. Angelo Simontacchi, al termine delle quali, gli allievi hanno potuto fare delle uscite in barca a vela.

3 Conclusioni

Il prototipo realizzato è stato poi analizzato sia per quanto riguarda la sua precisione, il tipo di segnale e l'affidabilità in funzione delle caratteristiche fisiche dell'ambiente in cui esso opererà, sia per quanto riguarda la sua ergonomia. Dalle prove effettuate possiamo dire che la precisione dello strumento soddisfa quanto richiesto dai responsabili della Lega Navale. La sintesi vocale, inviata in cuffia, risulta per gli allievi non vedenti, chiara e comprensibile. Per quanto riguarda l'affidabilità e l'ergonomia, gli allievi stanno studiando altri tipi di hardware e nuove geometrie dell'involucro della bussola, in modo da sviluppare il prototipo di laboratorio in uno strumento che possa essere effettivamente usato a bordo di una barca a vela da persone non vedenti.

4 Riconoscimenti

Il progetto è stato presentato, a febbraio del 2012, al concorso nazionale "Fabbricando 2012", Udine, e gli è stato conferito il 1° premio e la medaglia di bronzo del Presidente della Repubblica Giorgio Napolitano (fig.10). Successivamente, a maggio, il progetto è stato presentato alla stampa dall'Ass. Rosa Maria Di Giorgi, dagli allievi, dai rappresentanti dell'UIC di Firenze e dal Vice Presidente della L.N.I di Firenze in Palazzo Vecchio, sala Conferenze (fig.11). In quella occasione gli allievi sono stati elogiati per avere sviluppato il lavoro con estrema serietà che li ha portati a raggiungere un risultato che presenta una doppia valenza, sia dal punto di vista tecnico, realizzando un prodotto all'avanguardia, che dal punto di vista sociale ed umano. Infine, il 15 novembre 2012, al progetto è stato assegnato il 1° premio al concorso nazionale "Orientascienza 2012".

5 Sintesi attività nautica L.N.I.

Sul finire del 2008 era stato concluso un percorso di iniziazione alla vela rivolto alle persone diversamente abili (non vedenti, non udenti e down), finanziato dalla Provincia di Firenze con risorse Fondo Sociale Europeo.

Il progetto, sperimentale in ogni sua parte, mettendo a disposizione degli allievi le competenze marinare della Lega Navale di Firenze, aveva l'obiettivo di favorire un percorso di integrazione e di inserimento sociale formando anche persone diversamente abili alla conduzione di imbarcazioni a vela in mare aperto, favorendo così anche lo sviluppo dell'autonomia personale e l'implementazione di nuove abilità per la vita.

Il progetto era pienamente riuscito: gli allievi, (ciechi, sordi e down) avevano imparato non solo a condurre una barca su un percorso segnalato e protetto (esistono diverse esperienze in questo senso), ma avevano imparato a navigare confermando il fatto che il corso era stato improntato allo sviluppo di capacità nautiche reali, oltre che all'aspetto ricreativo.

In particolare i partecipanti al corso non vedenti avevano sì imparato a governare una barca a vela "sentendo" il vento sulla pelle, avevano sì imparato a tracciare una rotta e avevano anche imparato a definire la posizione dell'imbarcazione con le moderne tecnologie (es. GPS), ma non erano in grado di seguire una rotta per raggiungere una meta definita, non potendo concretamente "vedere" la bussola tradizionale.

Anche l'utilizzo di una la bussola "tattile" presentava diversi inconvenienti in fase di lettura, tra i quali la precisione poiché con la sola azione delle dita si finiva per spostare involontariamente l'ago dalla posizione di riferimento Nord.

Da qui l'idea degli istruttori della Lega Navale di Firenze di realizzare una bussola sonora in grado di assistere anche una persona non vedente al timone di una imbarcazione in mare aperto.

Un bussola capace di emettere segnali acustici codificati in funzione dell'orientamento della barca rispetto ai punti cardinali e di segnalare la deviazione di rotta della barca rispetto a quella prefissata: mettendo in grado così anche un non vedente di mantenere una rotta e raggiungere la meta finale.

Dietro questo impulso la sezione fiorentina della Lega Navale Italiana, in accordo con l'Unione Italiana Ciechi, ha proposto agli insegnanti dell'I.S.I.S. "Leonardo da Vinci" un progetto per realizzare con gli studenti del "professionale" (corsi per meccanici, elettronici, carrozzieri e fotografi) una "bussola sonora o parlante".

Gli studenti si sono appassionati alla nuova idea e hanno seguito un corso di iniziazione alla barca a vela, con lezioni teoriche nella sede della scuola e alcune uscite in mare su cabinato, per provare a governare una barca a vela e comprenderne i problemi (fig.12).

I contenuti previsti e realizzati nel corso di iniziazione alla barca a vela sono stati:

1. La barca a vela: che cosa è e come si governa
 - La struttura della barca a vela: scafo, componenti e nomenclatura
 - Tipi di vela: randa, fiocco, genova, spinnaker, il timone e l'elica
2. Il vento, le vele, le andature e la stabilità della barca
 - Il vento come elemento motore della barca a vela, vento reale e vento apparente
 - Le andature: bolina, traverso, lasco e poppa e la regolazione delle vele
 - La stabilità della barca: stabilità di forma e stabilità di peso
3. La navigazione piana e il carteggio
 - La proiezione di Mercatore: meridiani e paralleli, le coordinate geografiche
 - Il magnetismo terrestre, la bussola e la rosa dei venti
 - La navigazione piana e l'uso della carta nautica: la costruzione e la misurazione della rotta
4. Elementi d'arte marinaresca

- Cime per imparare alcuni nodi fondamentali (gassa, piano, parlato)
- Un piano con riprodotte bitte per imparare i nodi d'ancoraggio
- 5. Elementi di meteorologia marina
 - Cenni di meteorologia generale, origine, caratteristiche e direzione dei venti.
 - Previsione del tempo, scala dei venti e stato del mare
- 6. La sicurezza in mare
 - I controlli prima di lasciare la banchina
 - Il comportamento in mare in caso di cattivo tempo
- 7. La vita a bordo
 - I ruoli e i compiti su una barca a vela
 - Relazioni personali e vita di gruppo: la collaborazione e il comando
- 8. Pratica di navigazione in barca a vela
 - Uscite in mare su cabinati
 - Realizzazione delle manovre necessarie per governare una barca a vela

Le uscite in mare, che si sono svolte su imbarcazioni messe a disposizione dai soci armatori della Lega Navale di Firenze, sono state svolte durante i mesi da metà aprile ai primi di giugno (fig.13).

Ogni uscita era composta da due parti: una prima parte, svolta sull'imbarcazione ancora ormeggiata, dedicata al ripasso della nomenclatura, di parti di teoria e dei nodi marinari, una seconda parte con l'uscita in mare vera e propria in cui gli allievi si alternavano al timone della barca sotto il controllo di timonieri esperti.

Durante le uscite in mare, cui hanno partecipato gli studenti coinvolti nel progetto insieme ai loro docenti, sono state sperimentate tutte le manovre necessarie per governare una barca.

Tutti gli studenti coinvolti nel progetto, seguiti con passione e competenza dai loro insegnanti, si sono impegnati sia durante le lezioni di teoria che nelle uscite in mare, con grande soddisfazione loro e degli istruttori della Lega Navale.

Firenze, 24 Settembre 2012

Vice-presidente della
Lega Navale Italiana – Firenze
Angelo Simontacchi