

# Campionati di Robotica 2024

Team BakiKuki

## Chi siamo

Il team **BakiKuki**<sup>1</sup> è composto da studentesse e studenti del *Liceo Scientifico e Linguistico Statale Paolo Giovio* di Como.

Questa è la prima volta in cui il nostro Liceo partecipa, in forma sperimentale, a questa competizione. Siamo quindi orgogliosi di fare da “apripista” in questo campo, che per noi rappresenta un’occasione unica di coniugare impegno, competenza e divertimento, insomma: ci piace l’idea di vivere la scuola in una dimensione diversa, pomeridiana, insieme a compagne e compagni più grandi o più piccoli, ma tutti accomunati dalla voglia di sperimentare e di mettersi in gioco.

Siamo inoltre stati pionieri nell’utilizzo qui a scuola di attrezzature di progettazione e making recentemente acquistate con i fondi PNRR, dai computer portatili alla stampante 3D all’attrezzatura di registrazione audio/video e fotografia.

Il resto delle attrezzature e dei componenti utilizzati sono invece di proprietà di alcuni di noi.

I componenti del team allargato BakiKuki sono:

- Sophie Lucadamo, classe 5SA, 18 anni, Head Inventor
- Valerio Pappalardo, classe 4SE, 17 anni, Head Builder
- Mohammed Chouikhi, classe 1SE, 14 anni, Builder & Inventor
- Mattia Sala, classe 5SE, 18 anni, Head Programmer
- Salvatore Antonucci, classe 4SE, 17 anni, Builder & Videographer
- Elisa Bilotta, classe 4SE, 17 anni, General Coordinator
- Alessandro Poletti, classi molte, 37 anni, Professor & Supervisor

Partecipano ufficialmente alla competizione, perché formalmente iscritti, Sophie, Valerio e Mohammed.

## Il progetto

Il progetto viene condotto nell’ambito di una più ampia iniziativa sperimentale di avvicinamento al mondo della robotica, dell’informatica e dell’elettronica in generale, denominato **veNERDi**<sup>2</sup>.

In questo contesto sono azzerate tutte le differenze anagrafiche, culturali e di preparazione, a favore di uno scambio continuo di conoscenze e competenze.

Obiettivo principale è imparare divertendosi.

Questo spirito ci ha permesso di affrontare diverse sfide che nel corso del tempo abbiamo dovuto superare: dalle difficoltà tecniche legate allo sviluppo della soluzione, al cambio forzato di tecnologia per indisponibilità di alcune componenti, allo smarrimento di materiali di progetto in circostanze a noi poco chiare.

---

<sup>1</sup> il nome del team è stato inventato da Riccardo, il figlio grande (3 anni) del prof. Poletti.

<sup>2</sup> il nome, con quattro lettere centrali volutamente maiuscole, viene dal fatto che il gruppo ha istituito il venerdì pomeriggio come momento ufficiale di ritrovo.

## Il problema

Abbiamo scelto di lavorare alla categoria C, dedicata alle professioni artigianali, e come ambito abbiamo scelto quello del tessile, **storico fiore all'occhiello della città di Como**, e che reputiamo possa beneficiare da una ventata di innovazione tecnologica.

La nostra idea è di fondere l'avanguardia di un supporto robotico con la storia di una tradizione artigiana ormai di nicchia: robotica che può essere di supporto alla realizzazione o altre fasi accessorie alla pura artigianalità.

Abbiamo quindi chiesto aiuto alla *Fondazione Setificio di Como*, un ente che favorisce lo sviluppo di collaborazioni e sinergie tra lo storico Setificio "Paolo Carcano" e le realtà produttive del territorio, allo scopo di stabilire noi un contatto con una realtà artigiana attiva nel settore di nostro interesse.

Ne è emerso il contatto con la *Tessitura Stamperia Luigi Verga*, un luogo dove si incontrano la tradizione serica comasca, l'innovazione, la cura artigianale, l'attenzione alle tendenze, la creatività e la tecnica.

In questo contesto abbiamo scoperto un intero reparto **completamente artigianale**, dedicato alla **decorazione manuale di tessuti** prodotti dalla stessa azienda così come abiti già confezionati. Qui prendono vita creazioni particolari che calcheranno poi le passerelle nazionali ed internazionali.

Nelle nostre visite in reparto abbiamo analizzato il lavoro delle artigiane, assolutamente non sostituibile con alcun tipo di supporto robotico o automatizzato, ma certamente migliorabile dal punto di vista della ripetitività di alcune **azioni manuali, talvolta anche pesanti, di supporto alla pura artigianalità** del gesto di decorazione.

Alcuni esempi emersi già in azienda sono stati:

- l'attività di asciugatura rapida del supporto decorato, che attualmente richiede non solo tempo da dedicare ma anche **fatica nel sorreggere lo strumento** (tipicamente un *phon*)
- l'attività di laminatura, che consiste sostanzialmente nello **spostamento di un ferro da stiro** professionale (pesante) e della **pressione** su diversi punti del tessuto

In entrambe le attività l'operatrice deve compiere **fatica fisica per mantenere la posizione** lungo il tavolo da lavoro, oltre allo sforzo di sorreggere lo strumento.

L'affaticamento aumenta, a sfavore dell'entusiasmo tipico legato all'artigianalità di un'attività di questo tipo, al crescere del numero di pezzi o superfici da decorare.

## L'idea

Rientrando a scuola abbiamo ipotizzato la possibilità di **generalizzare gli ambiti di intervento** di un robot estendendolo a supporto generico per lo spostamento di strumenti nelle tre dimensioni sul tavolo di lavoro.

Francesco<sup>3</sup> in sostanza diventa un robot che può spostarsi lungo i tavoli grazie a ruote motorizzate ed è dotato di un braccio a due snodi con un supporto in testa per sorreggere e spostare qualunque tipo di strumento sopra la superficie di un tavolo.

Ogni giorno il reparto lavora una lunghezza di circa 2-3 metri di tessuto sul tavolo da lavoro, per una profondità di tavolo di 175 cm (su cui il rotolo classico di tessuto occupa 150 cm di profondità).

I movimenti che Francesco può compiere nei tre assi sono possibili grazie a:

- ruote motorizzate (asse x, lunghezza del tavolo)
- due bracci azionati da servomotori a 180 gradi (asse y, profondità tavolo e asse z, altezza rispetto al piano di lavoro del tavolo)

In questo modo Francesco è in grado di coprire una qualunque area di lavoro sul tavolo.

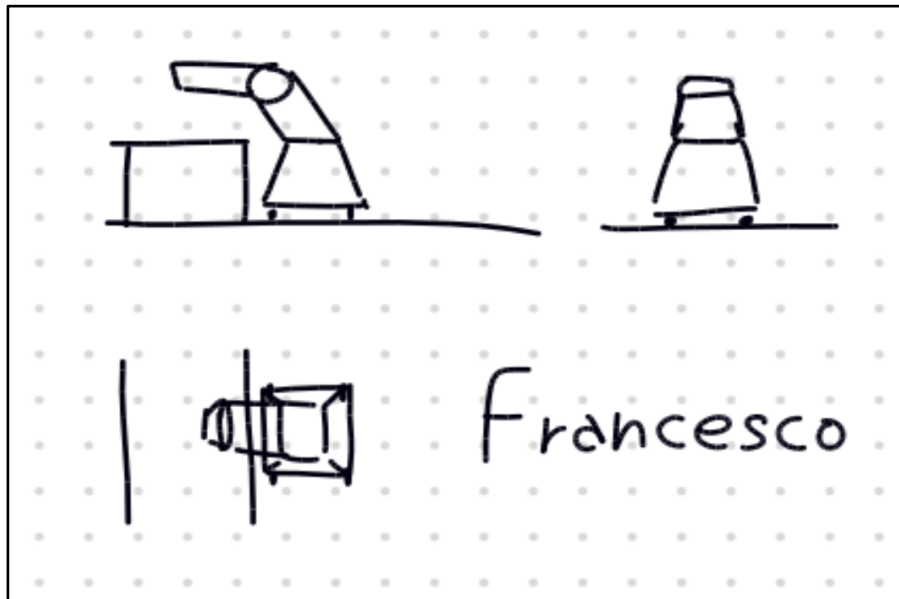


Fig. 1 - Bozza del robot Francesco tra i tavoli del reparto di decorazione

## Versione 1 - Asciugatura con supporto e spostamento phon

Nella prima versione (in corso di prototipizzazione in scala 1:15), l'operatrice potrà chiedere a Francesco di coprire una determinata area di tavolo tramite un tablet in cui con il dito disegna l'area entro la quale deve essere compiuto lo spostamento del phon.

Principali tecnologie coinvolte:

- una **pagina web**, realizzata in HTML CSS JS per rappresentare la superficie del tavolo e consentire di selezionare una determinata area.  
Produce come output una coppia di coordinate (vertice in alto a sinistra e in basso a destra) da inviare a Francesco
- il cervello del robot è una **scheda Arduino WiFi Rev2** sulla quale è in ascolto un server web che, ricevuta la richiesta http, calcola mediante cinematica inversa le rotazioni dei **servomotori sui bracci** per il movimento lungo gli assi y e z, da combinare con il movimento lungo asse x dato dalla rotazione dei **servomotori continui delle ruote** di Francesco
- la **struttura** del prototipo (base, snodi, bracci) è **interamente progettata e realizzata da noi** tramite stampante 3D in materiale PLA.

<sup>3</sup> il nome Francesco, per gli amici Frank, è un tributo al romanzo di Mary Shelley.

$$d^2 = a_1^2 + a_2^2 - 2a_1a_2 \cos \beta$$

$$\cos(\pi - \alpha_2)$$

$$\downarrow$$

$$\alpha_2 = \pi - \beta$$

$$Q_2 = \arccos\left(\frac{d^2 - a_1^2 - a_2^2}{-2a_1a_2}\right)$$

$$\tan \alpha = \frac{y}{x}$$

$$Q_1 = \arctan \frac{y}{x} + \arccos\left(\frac{a_2^2 - d^2 - a_1^2}{-2a_1d}\right)$$

Fig. 2 - Procedimento di calcolo delle equazioni di cinematica inversa

```

finale_2 | Arduino IDE 2.3.2
File Edit Sketch Tools Help
Arduino Uno WiFi Rev2
finale_2.ino
25
26 float calcQ2(float x, float y, float a1, float a2) {
27     float d=sqrt(pow(x,2)+pow(y,2));
28     return 3.14 - acos((pow(d,2)-pow(a1,2)-pow(a2,2))/(-2*a1*a2));
29 }
30 float calcQ1(float x, float y, float a1, float a2) {
31     float d=sqrt(pow(x,2)+pow(y,2));
32     return atan(y / x) + acos((pow(a2,2)-pow(d,2)-pow(a1,2))/(-2*a1*d));
33 }
34
35 void posiziona (float x, float y){
36     float Q1;
37     float Q2;
38     Q2= abs(calcQ2(x, y, valA1, valA2)*(180/3.14));
39     Q1= abs(calcQ1(x, y, valA1, valA2)*(180/3.14));
40
41     posizioneA = posizioneA+rotazioneA;
42     rotazioneA = 180-Q1;
43     posizioneB = posizioneB+rotazioneB;
44     rotazioneB = 180-Q2;

```

Fig. 3 - Implementazione delle equazioni di cinematica nello sketch di Arduino

Sensoristica presente a bordo del braccio robotico:

- un  **sensore di distanza**  che, in caso di avvicinamento eccessivo al piano del tavolo (valore soglia impostabile), fa scattare scattare un allarme sonoro, per scongiurare casi di danneggiamento del semilavorato tessile
- un  **sensore di temperatura** , anch'esso settabile con un valore soglia oltre il quale emettere un allarme sonoro, da azionare in caso di tessuti che rischiano di rovinarsi con il calore eccessivo del phon

## Versioni derivabili

A partire dal caso concreto dello spostamento phon sono derivabili versioni più generaliste:

- *cambio utensile*: non solo phon ma supporto generico in testa che consenta di applicare qualunque utensile, dal ferro da stiro al pennello ad altre strumentazioni
- impostazione *pattern di movimento*: da interfaccia web è possibile impostare sequenze predefinite di movimenti per ottenere diversi effetti sul tessuto dati dallo spostamento dell'attrezzo
- *addestramento manuale del movimento*: sostituendo i servomotori dei bracci con motori passo passo (*stepper*) è ipotizzabile l'addestramento del braccio con movimenti azionati prima manualmente dall'operatrice, registrati dal microcontrollore, quindi replicati da Francesco.

Si tratterebbe anche in questo caso di delegare al robot movimenti ripetitivi senza troppo valore aggiunto rispetto al lavoro artigianale; ad ogni modo è possibile reintrodurre un'idea di non ripetibilità esatta mediante addestramento ripetuto, registrazione degli intervalli di tolleranza e quindi replica con una casualità all'interno di un dato range considerato accettabile.

## Realizzazione concreta

In fase di realizzazione concreta (in relazione alla versione 1 sopra descritta) dovranno essere tenuti in considerazione alcuni aspetti:

- il peso dell'assieme bracci + servomotori; se eccessivo è ipotizzabile il posizionamento di tutti i motori nella base di Francesco, così da avere sufficiente contrappeso per sopportare carichi distanti orizzontalmente, e trasmettere il movimento alla testa tramite un gioco di pulegge, modificando equazioni cinematica inversa
- alimentazione utensili con corrente elettrica e fili in tensione presenti in reparto; anche il phon nella versione 1 necessita di un collegamento elettrico; da ipotizzare la possibilità di installare prese elettriche sulla base di Francesco, convogliando il cablaggio elettrico in unica soluzione (eventualmente comprendendo l'alimentazione dello stesso robot).

## Partner per la realizzazione

Per questo progetto abbiamo già stabilito contatti con Fondazione Setificio di Como e Confindustria Como, che ci hanno permesso di conoscere la Tessitura e Stamperia Luigi Verga. Tutti questi attori si sono già dimostrati disponibili nelle fasi di progettazione, e possono essere coinvolte - a nostro avviso - anche in fase di realizzazione concreta.