

優質教育基金
(適用於不超過200,000 元的撥款申請)
乙部 --- 計劃書

計劃名稱	計劃編號
機械人足球新秀培訓計劃	2017/0226 (修訂版)

基本資料

學校：

受惠對象

- (a) 界別：中學
- (b) 學生：64 (人數)*及 F.2-3 (級別/年齡)
(本校及本計劃小組已作出檢視，讓更多學生參與培訓活動以確保計劃成本效益)
- (c) 老師：2位
- (d) 其他：課外活動學生約700人 (中一至中五)

計劃書

(I) 計劃需要

- (a) 請簡要說明計劃的目標，並詳述建議計劃如何影響學校發展。

本計劃旨在透過設計、組裝、調試及編程自主足球機械人，學習設計和擬定具體及有創意的解決方案，使同學認識及掌握機械人學 (Robotics) 背後相關的設計概念及科學理論，從而增強他們在綜合和應用跨學科知識與技能的能力、增加學生對STEM體驗的學習興趣，深化同學對STEM的綜合知識能力，亦為他們日後在STEM 和其他需要相關知識、技能和態度的範疇升學和就業，打好基礎。

參與計劃的同學需要學習相關的數學知識及電子理論，在老師導師的指導下，自己設計、組裝及反覆調試出可以符合對賽要求的足球機械人，並透過在課程完結時舉辦的機械人足球賽，向全校師生展示成果，分享所學知識及技能。

本計劃透過引人入勝的足球運動作為計劃切入點，讓參與同學有清晰的課堂目標，摒棄傳統的講課教學，並以創客教育 (Maker Education)，即生成式的主動學習模式，讓同學邊動手邊學習。

本計劃為同學提供另類的學習經歷，不但讓同學提早接觸高階的數學及科學知識，為同學提供更多機會尋找和發掘興趣，協助同學高中及大學可以選讀心儀學科，更提升同學的自信心、創造力，和協作及解難能力。透過足球運動本質上的高度觀賞性及娛樂性，不但向全校師生推廣及普及STEM教育，更可以團結學校師生上下，增強師生互動和交流，秉承本校『自強不息』的校訓，將體育精神帶進STEM教育。

- (b) (i) 請表明學校的需要及優先發展項目。

- 提升學與教，以促進學生在科目/學習範圍/共通能力發展上的知識
- 促進學生的社交和情感發展
- 促進老師的專業發展
- 其他：全力推行科技教育

(ii) 請提供相關的背景資料以論證(b)(i)中所提及的需要。

學校發展計劃：

本校早於 2007 年成立機械人學會，致力在同學之間普及科技教育，提高同學對科技世界的關注及興趣，緊貼世界科技發展。同學參與學會活動，可以接觸更多科技資訊，而同學參與學會事務，更可以培養組織能力和團隊合作。近年政府提倡 STEM 教育，鼓勵學校舉辦更多與 STEM 有關的課程和活動，而學校承先啟後，透過鼓勵更多同學參與學界比賽及不同交流活動，認識世界科技發展潮流，並通過競技去驅動同學突破自己，力爭上游，秉承學校的傳統價值，實踐校訓，將體育精神帶進科學及科技世界。

調查結果：

世界大部分先進國家已將機械人學引入正規課程。為推廣科技教育及機械人科技，各國教育部門及機構組織均組織參與不同地區或國際交流活動及比賽。近年香港政府致力發展 STEM 教育，坊間近年亦湧現大量提供予中小學使用的 STEM 相關教材，亦會定期舉辦不同類型的 STEM 活動及比賽，

但上述活動和比賽均對套件有嚴格限制（必須使用官方套件及不得改裝），而活動內容亦變化不大，絕大部分都是巡線軌跡任務和巡線競賽，牽涉的亦以圖像編程為主，與大學實際教學及現實社會使用的文本編程相距甚大。而本計劃的主題機械人足球牽涉到進階編程和機體設計，同學會學習電腦科學的演算法和機械工程學，更要訓練同學的工藝技術，實踐課本知識，對同學未來在大學修讀相關學科有莫大裨益。

套件限制局限同學的工藝技術，不少同學反映參加相關比賽只允許程式改動，創意發揮空間有限，減低同學再接再厲的意欲。反之如果讓同學自行組裝，不但同學能學習範圍更廣的知識，而同學對自行設計及搭建的機械人亦會更願意投入時間及精神。本校過往 10 年均有參與機械人足球活動和比賽，參加同學都表現強烈的投入感，中學畢業後全部都入讀大學選修工程相關學系，只因學校預算而未能讓更多同學參與。

學校老師並非編程專業，亦缺少相關機體設計的工藝，本計劃透過邀請有相關學歷及實戰經驗豐富的導師參與，同時培訓負責老師，讓老師同時吸收相關理論及工藝，為將來校本 STEM 課程發展作準備，亦減低對基金負擔。

學生表現評估：

2007 年至今，於本地及國際 STEM 競賽中，獲獎超過 30 項。其中最近的獎項包括：

- (c) 請詳述如何以創新的意念或實踐方法來提升、調適、配合及/或補足學校現行的做法，以促進學校發展，滿足其獨特需要。

選題：足球作為風靡全球的運動，除了能凝聚球員，觀眾都有強烈的參與感。選用足球作為主題能夠充分利用這項運動的特點，讓參與的同學透過組隊製作能參與賽事的足球機械人，學習及掌握STEM概念和知識，培養團隊精神，提升同學自信心、創造力，和協作及解難能力。老師和其他同學透過觀賞足球比賽，增進師生互動及交流，給予鼓勵及推動力去提升學習興趣。

選材：計劃會以國際機械人足球比賽規則作為教學參考，讓同學了解現時國際STEM發展。近年坊間的STEM課程多以銷售套件為主，而套件可塑性相對局限，老師和同學只能作輕微修改；而坊間活動和比賽也不允許同學作機體修改。編程方面，大學教學甚至編程相關行業必定使用文本編程，但大部分坊間教材均使用平台，脫離社會實際情況。計劃會讓同學參與機體設計，學習相關機械工程知識，並會銜接文本編程，學習程式演算，深化同學編程知識，提升同學STEM知識和興趣，裝備同學未來學業。

課堂模式：課程會引入創客教育和問題導向學習模式，以問題和任務帶動課堂進度，鼓勵同學分工合作去創造不同方法去解決難題。

教案：課程利用足球這個風靡全球的運動作為切入點，提升學生的學習興趣。課程會分成三部曲，首先會讓學生認識機械人不同部件及傳感器等，並掌握每個傳感器的背後理論及實際應用，例如超聲波測距模組的量度距離的原理，以及運用在機械人上、讓機械人在場上能隨時知道自己方位的技巧，並學習編寫程式，去分析及運用從傳感器獲取的數據。第二部是讓學生認識足球機械人的結構，以及在場上踢足球時所需要的零件及傳感器，然後讓學生將零件組合，製作一部能夠在場上踢足球的機械人。第三部是讓學生學習編程，編寫對賽程式，透過不斷的對賽練習，讓學生面對困難，知道自己足球機械人的不足之處，提升學生在賽場上的解難能力，了解機械人在場上要獲勝，就要用到不同的戰術，包括各種進攻及防守戰術，並將戰術編寫成對賽程式，提升學生的創意，引入不同的戰術去應對不同的對手，及反覆調試自己所寫的程式，在最後一堂參加比賽。

(II) 計劃可行性

- (a) 請描述計劃的設計，包括：
(i) 方式／設計／活動(申請人宜提供計劃/活動的安排，或提供教學的內容。)

計劃分兩部分，前半部分會從中三級挑選約32人參與，當中有編程經驗同學會優先，透過約16節、每節3小時的工作坊，參考機械人足球比賽作為教學及解難題目，學習有關物理學（力學及電磁學）、數學（三角幾何和矩陣等）、電子工程（電路、電晶體、電容、電感、二極管等），掌握各種傳感器，活用不同部件去解決任務，同時加強同學對STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics)四個學科的理解，深化同學對每個學科的掌握，裝備同學未來入讀大學選修相關學系。

計劃後半會學習設計及搭建符合賽規的足球機械人，並調試效能，參加在最後一節課舉辦的『長天盃』足球挑戰賽。當中同學會將前半學習的所有知識時間實踐到足球機械人上，透過比賽將自主設計及研發的戰術、機體設計等向全校同學展示，同時透過足球這種運動獨有的凝聚力和吸引力，令更多老師同學參與其中，普及STEM發展。

同學在計劃中會學習使用各種機械工具，包括雷射切割機、CNC數控車床、3D打印機，亦會使用多套軟件。學校並沒有老師掌握此等技能，坊間同時掌握上述技術的機構導師亦不多，故此負責此計劃的老師亦會參與課堂，亦會邀請有興趣的老師一同參與，為未來的校本發展規劃。

在課堂表現積極及優異的學生將會代表學校參加學界活動及比賽。除可加強相關知識的運用，拓闊眼界，更為香港推行STEM教育的發展。

(ii) 主要推行詳情

計劃時期:(4/2019)至(2/2020)

月份/年份	內容/活動/節目	受惠對象/參與者	
4/2019	購入教學器材及提升學校電腦室的硬件及設備	老師	
4/2019	軟件安裝及測試，教學器材、場地組裝及測試。	老師及學生	
5/2019-7/2019 9/2019-11/2019	分兩班，每班從中二及中三兩級挑選大約32位學生參與計劃，每4人一隊，共八隊，每隊將要在課程完結前搭砌兩部機械人，合共16部，參與比賽。 比賽期間，會邀請全校師生參觀，展示同學制作心得，並由參賽同學講解機械人原理。 比賽場地會設有工作坊，讓有興趣的同學能嘗試簡單機械人制作及測試	第一班共32位學生 (中二及中三) 第二班共32位學生 (中二及中三) * 為確保計劃成本效益，校方已安排更多學生參與培訓活動	
1/2020	利用週會，於學校禮堂向全校師生展示活動所取得之成果，並介紹機械人原理、日常生活之應用、大學有關之學系及科目和未來可選擇的工作。	全校所有師生	
1/2020	挑選課堂表現優異的學生參與學界活動及比賽，測試學習成果。	學生	
2/2020	計劃檢討	老師及學生	
Lesson	Levels: F.2-3 Learning outcomes	Learning activities	達標準則
1	1. Understand the basic components of a robot 2. Understand and distinguish input, processing and output devices	Build your own robot	80%學生能成功製作機械人並解述製作用途
2-3	1. Understand a robot controlling unit (RCU) and its mechanism and function 2. Understand the mechanism and function of an output device and colour screen	Task 1: school and student names Task 2: show up emojis Challenging task – National flags	80%學生能成功將自己名字、EMOJI顯示在RCU上

	<p>3. Control and communicate between RCU and screen</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Understand the basic programming technique 	<p>Task 1: rolling words Task 2: traffic light</p>	<p>70%學生能成功用軟件繪畫國旗並顯示在 RCU 上 70%學生能成功在 RCU 上製作自己名字的走馬燈</p>
4-5	<p>1. Understand the mechanism and function of an input device</p> <p>2. Understand the operation, function & application of a light sensor</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Get data from an input device to RCU 	Light sensors – colour recognition	80%學生能成功利用 colour sensor 將顏色顯示在 RCU 畫面上
6	<p>1. Understand the mechanism and operation of output device and motor</p> <p>2. Control the motors, basic moving and turning, speed control</p> <p>3. Write programs to perform interaction between robots and music beats</p>	Motor control – dancing cars	80%學生能成功按照節拍為跳舞小車編寫指定舞步，在音樂伴隨下隨節拍移動跳舞。
7-9	<p>1. Integrate input and output devices Write programs to perform simple decision making</p>	Line follower	80%學生能成功完成巡線任務（即是從起點開始，自動沿黑線走到終點）
10-14	<p>2. Understand soccer robot rules and regulations</p> <p>3. Understand hardware and software requirements of soccer robots</p> <p>4. Understand basics of Adobe Illustrator</p> <p>5. Be able to design and build soccer robot</p>	Build soccer robot	80%學生能成功完成製作足球機械人 70%學生能將過往所學的傳感器控制一次過用在足球機械人上，成功參與一場機械人足球比賽

15-16	1. Understand the method and importance of fine-tuning (d) Enhance problem-solving skills	competition
-------	--	-------------

(b) 請說明教師及校長在計劃中的參與程度及其角色。

(i) 參與的教師人數及投入程度(時間、類別等):

學校STEM計劃統籌主任

2位電腦科老師，全年投入計劃及安排課堂活動

(ii) 老師在計劃中的角色:

領袖

協作者

開發者

服務受眾

(c) 請詳列計劃的預算和主要開支項目的理據。

申請撥款: 港幣 **188,800** 元

預算項目	開支詳情(包括各項目的細項開支)		理據
	項目	款額(\$)	
服務 (\$80,640)	2位機械人足球導師到校培訓 (約\$ 840 x 3小時 x 16堂) x 2位 = \$80,640 資歷: 持有香港認可的大學工程 相關學位或以上, 並擁有相關機 械人編程教學, 活動和比賽參與 經驗; 有豐富參賽及教練經驗者 優先	\$ 80,640	導師必須同時擁 有足夠學歷和實 戰經驗, 為參與 老師和同學提供 相關理論和實際 對賽知識及戰 術。師生比例維 持在1:20以下, 確保課程質素。
設備 (\$96,600)	相關足球機械人套件及零件(主 要) (6500 x 12 = \$78,000) 12套的套件及零件包括: 處理器12套 馬達48套 充電電池12套 其他相關零件及傳感器等 機械人套件及零件(延伸) (1,000 x 12 = \$12,000) 教學用比賽足球場地(2000 x 2 = \$4,000) 符合比賽規則的足球(650 x 4 = \$2,600)	\$ 96,600	參與同學每四人 一隊, 每隊需要 製作兩部足球機 械人。 機械人必須配備 足夠的傳感器接 收足球訊號, 並 能夠檢測自己位 置, 並要以全方 向移動追球。
一般開 支 (\$11,560)	往來比賽場地運輸費用	\$ 5,000	租車運送足球機 械人及所需物資 共4次來回比賽 場地, 及同學參 賽交通安排, 每 次\$1,250。

	其他：雜項（文具、電池等）	\$ 1,560	足球用3A鹼性電池，每個足球用4粒，每堂最少用16粒，32堂課，再加上主辦及參加比賽，估計需(\$1,200) 文具包括修補球場用牛皮膠紙，圓點貼紙，超能膠水，足球場用地毯等約(\$360)
	審計費用	\$ 5,000	計劃審計
申請撥款總額 (\$):		\$ 188,800	

資產運用計劃

類別	項目／說明	數量	總值	建議的調配計劃
其他	相關足球機械人套件及零件	12	\$78,000	供參加課程的同學上課使用，參與同學每四人一隊，每隊需要製作兩部足球機械人。計劃完成後，將交由機械人學會繼續使用；學校會繼續利用各種資源在課後舉辦培訓課程，並繼續使用及保養套件。
	機械人套件及零件（延伸）	12	\$12,000	
	教學用比賽足球場地	2	\$4,000	
	符合比賽規則的足球	4	\$2,600	

(III) 計劃的預期成果

- (i) 請說明評估計劃成效的方法。
- 觀察：統計出席人數，觀察學生的課堂表現，包括投入程度及能否完成每次課堂活動等等。（80%學生能達到）
 - 活動前和活動後的問卷調查：進行問卷調查，了解學生在活動前後對機械人方面的知識是否有更深入的了解，及STEM教育的興趣是否有所提升。（80%學生能達到）
 - 學生表現在評估中的轉變：觀察學生有否(1) 提升對機械人及STEM教育的興趣及熱忱，(2)整合各科知識的能力，(3)將知識及技巧應用到足球機械人項目。（80%學生能達到）
 - 其他：校外比賽成績
- (ii) 請列明計劃的產品或成果。
- 學與教資源（包括16節課堂用的各一份簡報，任務時用到的sample program，教學用的短片等，課題及程度見第4-6頁）
(有關成品設計上是系統化及結構化的，並能用於正規的資訊科技及圖像傳意課程當中。)
 - 其他：學校活動成果（比賽相片及影片，對賽成績），印製活動banner，與社區人士分享

校方會確認所有計劃成品的版權屬優質教育基金擁有，並嚴禁服務供應商作任何複製、改編、分發、發布或向公眾提供成品以作商業用途。

附錄：

第 7 節課教案

(程度/年級：中二、三)

學習目標：

- 1 認識巡線比賽的比賽規則
- 2 認識巡線機械人的參賽要求
- 3 動手製作符合參賽要求的巡線機械人

教學技巧：

- 1 控制導師每次講解時間不多於 15 分鐘
- 2 不預先向學生講解常見問題，讓學生在製作時間自己體驗，從而激發學生思考問題及推論出解決方法

教學流程：

- 1 課前預備
 - 1.1 學生在上課前已經懂得運用光電傳感器去辨認不同顏色，和控制馬達令機械人向不同方向行走
 - 1.2 學生已經分組
- 2 正式課堂
 - 2.1 簡介巡線比賽或巡線任務（10 分鐘）
 - 2.1.1 屬於任務性質的比賽
 - 2.1.2 機械人要沿著黑線從起點走到終點
 - 2.1.3 途中要完成指定任務（一般比賽有最少 3 個關卡）
 - 2.1.4 比賽計時，用時越短越好
 - 2.1.5 此類比賽對機械人有尺寸及重量限制
 - 2.2 第一輪——講解製作巡線機械人的要求（10 分鐘）
 - 2.2.1 零件的使用及安裝方法
 - 2.2.2 各款零件的擺位技巧
 - 2.3 學生任務（30 分鐘）
 - 2.3.1 分組開始製作機械人，導師過程協助學生並解答學生問題
 - 2.4 第二輪——講解學生遇到的問題（10 分鐘）
 - 2.4.1 傳感器安裝位置不當，導致無法有效讀取顏色
 - 2.4.2 沒有考慮車體重心，導致機械人走路不順暢
 - 2.4.3 安裝錯誤，包括馬達轉軸不在同一線上等等
 - 2.5 學生任務（30 分鐘）
 - 2.5.1 學生吸收常見問題後，進行車體改善
 - 2.6 小息（15 分鐘）
 - 2.7 第三輪——講解巡線任務（15 分鐘）
 - 2.7.1 五大情況的邏輯（直行、左轉、右轉等等）
 - 2.7.2 用流程圖教導學生程式的寫法
 - 2.8 學生任務（45 分鐘）
 - 2.8.1 學生開始按照流程圖編寫程式
 - 2.8.2 反覆在賽場上調試，從場上獲取更準確數據去優化程式
- 3 總結（15 分鐘）
 - 3.1 指出學生機械人製作時的問題，及建議解決方法
 - 3.2 指出學生在寫程式時的常見問題，及改善方法

課堂安排的特點

- 1 將一個大任務拆成數個小任務，讓學生容易達成目標
- 2 不預先向學生講之後會遇到的問題，讓學生在動手時間自己去體驗，然後再引導學生去釐清問題重點，然後自己推論出解決/解難方法
- 3 預留較長時間給學生動手做，減少導師干預

課堂單元及課題 MODULE	相關編程理論 Related theories in Computer Programming	課堂任務 In-class tasks (already mentioned in P.4-5 above in details)
What is a robot?	Actuators control - TFT monitors - Buzzers - LEDs Flow Control - While Loops - concept of sequential language	Task 1: school and student names Task 2: show up emojis Challenging task – National flags Task 1: rolling words Task 2: traffic light
Dancing Car	Actuators control - motors - buzzers - Basics of Clock Flow Control - For Loops - Time delays Sensors and analysis - sound sensor	dancing cars
Line Follower	Flow Control - Conditions - conditional operators Sensors and analysis - light sensors - touch sensor - ultrasonic sensor	Light sensors – colour recognition
Soccer Robot	Flow Control - break - counters - functions Sensors and analysis - Compass sensor - line sensor - ir detector Acutators - Omni wheels - omni directions	Soccer Robot

遞交報告時間表

本校承諾準時按以下日期遞交合規格的報告：

計劃管理		財政管理	
報告類別及涵蓋時間	報告到期日	報告類別及涵蓋時間	報告到期日
計劃總結報告 1/4/2019 – 29/2/2020	31/5/2020	財政總結報告 1/4/2019 – 29/2/2020	31/5/2020

