

9. INTELIGENTNÍ POJÍZDNÝ ROBOT

METODICKÉ POKYNY PRO UČITELE



K čemu aktivita slouží?

Žáci se v této aktivitě:

- seznámí s dalším způsobem využití barevného senzoru, jeho režimy a fungováním,
- naučí provádět kalibraci senzoru a pochopí její účel,
- naučí, jakými způsoby lze navigovat robota po čáře s využitím barevného senzoru,
- naučí využívat proměnou, ukládat do ní hodnotu a znovu ji číst.



Přepokládaný rozsah aktivity

Minimálně 2 x 45 minut



Upozornění: Kapitola patří v učebnici mezi nejnáročnější. Pracuje se zde s funkcemi, které mohou být pro žáky velice obtížné na pochopení. Ze strany učitele tak kapitola vyžaduje velice pečlivou přípravu a značné nasazení při koordinaci práce žáků.



Jak při řešení aktivity postupovat?

Mezi úlohami jsou důležité návaznosti. Je tedy třeba, aby je žáci nepřeskakovali a neunikly jim tak některé souvislosti. Sledování čáry je řešeno nejprve nejjednodušším způsobem a následně jsou vysvětlovány pokročilejší metody.

Řešení aktivit je vhodné vždy doplnit drobným komentářem ze strany vyučujícího a znovu zdůraznit, k čemu realizovaná činnost vede a proč je důležitá.



Co si pro řešení aktivity připravit?

- robota s upevněným barevným senzorem, sestaveného v dřívějších hodinách,
- černou čáru, po které se bude robot pohybovat.

Čáru si můžete připravit několika způsoby. Pokud máte v učebně k dispozici dostatek místa a podlahu světlé barvy (ideálně v odstínu bílé nebo šedé), můžete k tvorbě pouze použít **černou elektrikařskou izolační pásku**, kterou nalepíte na podlahu. Při jejím vytváření dejte ovšem pozor na to, abyste nevytvářeli příliš prudké zatáčky. Vytvořte spíše jen pozvolné nebo několik variant dráhy, na kterých mohou žáci schopnosti robota a senzoru testovat. Ke sledování čáry s prudkými zatáčkami je třeba při programování využít různé regulátory rychlosti motorů, což je nad rámec našich aktivit. Ideální šířka čáry je zhruba 1,5 cm (izolační páska je zpravidla 1,3 cm široká).

Podobným způsobem můžete čáru **vytisknout na velkoformátovém papíře**, který pro potřeby výuky rozložíte v učebně.

Využít můžete také námi navrženou **mapu města z kapitoly 3**, která obsahuje několik čar určených k tomu účelu.



Popis částí aktivity, předpokládané řešení



9.1 Rozpoznání čáry

Vysvětlení základního způsobu sledování černé čáry pomocí barevného senzoru. V dílčích záložkách jsou následně vysvětlovány způsoby snímání s různým počtem senzorů.

Navigace bude prováděna sledováním černé čáry. Aby byla čára vidět, musí být dostatečně silná a umístěna na světlém (kontrastním) podkladu. V případě tmavého podkladu by musela být naopak světlá.

A. (3 senzory)

Otázka: Zjistěte, jak robot pozná, že jede rovně, kdy je potřeba zatočit doprava a kdy doleva.

Odpověď: Robot jede rovně, pokud černou čáru detekuje prostřední senzor.

B. (2 senzory)

Otázka: Zjistěte, jak robot pozná, že jede rovně, kdy je potřeba zatočit doprava a kdy doleva.

Odpověď: Prostřední senzor z příkladu A lze vypustit. Vznikne tak varianta se dvěma senzory, které se snaží udržovat černou čáru mezi sebou. Pohyb je rychlejší, než u varianty A, ale pro naše potřeby nerealizovatelný, protože máme v sadě k dispozici pouze jeden barevný senzor.

C. (2 senzory)

Otázka: Zjistěte, jak robot pozná, že jede rovně, kdy je potřeba zatočit doprava a kdy doleva.

Odpověď: O něco náročnější provedení se dvěma senzory je jejich umístění přímo vedle sebe. Je třeba pečlivě ladit umístění senzoru. Při pohybu po čáře musí být vždy jeden přímo nad čárou.

D. (1 senzor)

Otázky: Jak nyní robot pozná, že jede rovně? Jak pozná, že vyjel na levou či pravou stranu?

Odpovědi: Varianta, kterou budeme společně v učebnici řešit. Po projití jednotlivých možností můžete se žáky rozpoutat diskusí o tom, jak by mohlo sledování s jediným senzorem fungovat a zda si myslí, že existuje více možností.



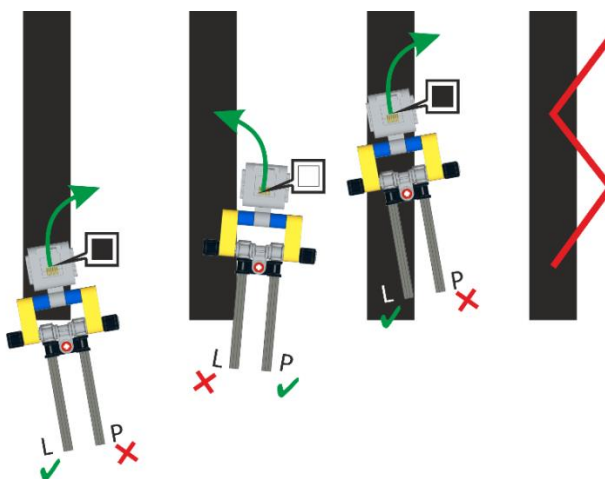
9.2 Základní pohyb po čáře s pomocí jednoho senzoru

Nejjednodušším způsobem sledování čáry je kmitavý pohyb, který spočívá ve sledování barvy černé čáry a jejího okolí.

Žáci zde musí rozlišovat dvě základní reakce na detekovanou barvu:

- A. Černá barva:** Jste na čáře. Je potřeba vyjet z čáry – zahrnout vpravo. Pravý motor proto stojí a v pohybu je jen levý motor.
- B. Bílá barva:** Jste mimo čáru. Je potřeba se na ni vrátit – zahrnout vlevo. Levý motor proto stojí a v pohybu je jen pravý motor.

Robot se po čáře v tomto případě pohybuje **kmitavým pohybem**, který znázorňuje obrázek 1.

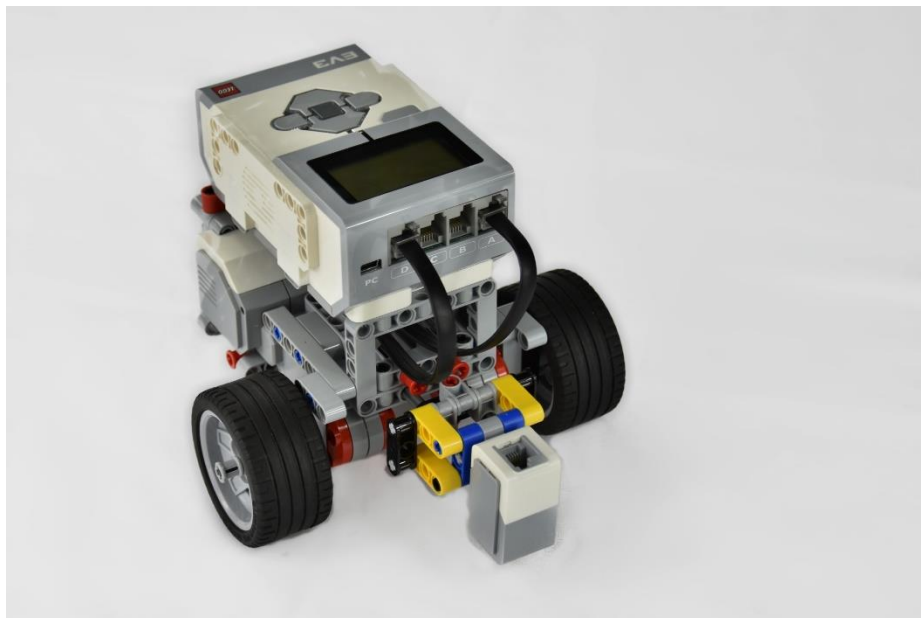


Obrázek 1 – Ilustrace fungování kmitavého pohybu a reakcí motorů.



9.3 Umístění senzoru barvy

V této sekci jsou žáci vyzváni k umístění barevného senzoru na model robota. Naleznou zde odkaz na návod pro stavbu modulu. Konstrukce umožňuje nastavovat výšku barevného senzoru a je odnímatelná. Model s upevněným barevným senzorem znázorňuje obrázek 2.



Obrázek 2 – Umístění senzoru barvy v přední části robota.



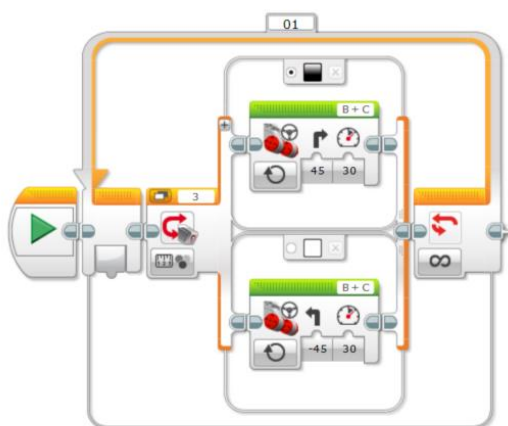
9.4 Program – základní pohyb po čáře

Zadání: Doplňte obě části podmínky na obrázku tak, aby pomocí programu robot vykonával robot kmitavý pohyb po čáře.

Řešení: Řešení je znázorněno na obrázku 3. Při detekci černé barvy se robot pohne směrem vpravo, při detekci bílé barvy vlevo.



Poznámka: Řešení je možné zrealizovat také pomocí bloků pro ovládání jednoho motoru.



Obrázek 3 – Řešení kmitavého pohybu robota po čáře.



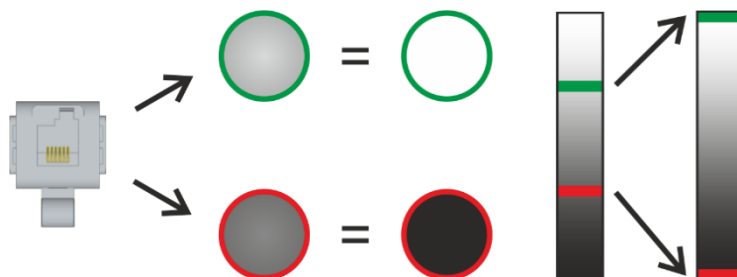
9.5 Zpřesnění rozpoznávání pomocí kalibrace senzoru

Seznámení s kalibrací barevného senzoru a její funkcí.



9.5.1 Kalibrace

Informace o principu kalibrace a jejím využití v praxi. Pro názornost je princip kalibrace znázorněn na obrázku 4.

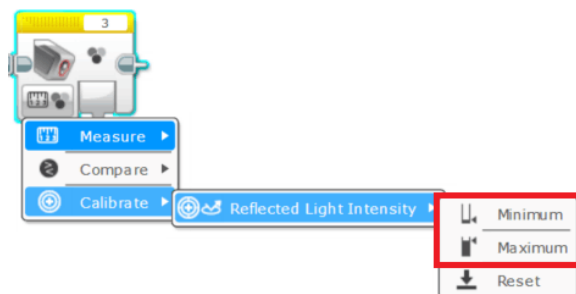


Obrázek 4 – Vysvětlení principu kalibrace.



9.5.2 Fáze kalibrace

Kalibraci provedeme tak, že senzoru určíme hraniční (tj. minimální a maximální) barvy pro snímání. Kalibraci naleznete mezi režimy programového bloku **Color Sensor**. Umístění potřebných režimů v rámci programového bloku znázorňuje obrázek 5. Jelikož se jedná o náročný proces, jsou v učebnici podrobně vysvětleny všechny fáze kalibrace senzoru.

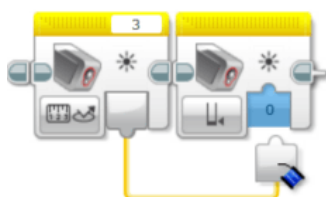


Obrázek 5 – Umístění režimů pro kalibraci v rámci programového bloku.



9.5.3 Nastavení hodnot

Přiřazení minimální a maximální hodnoty v režimu kalibrace znázorňuje obrázek 6. Bloky je nutné propojit přetažením výstupního portu na vstupní.



Obrázek 6 – Nastavení hodnot při kalibraci barevného senzoru.



9.5.4 Úkol

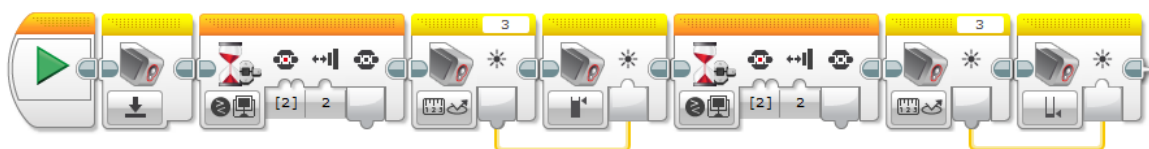
Zadání: Proveďte kalibraci světelného senzoru. Nastavte minimální a maximální hodnotu pro snímání barvy bílého okolí a černé čáry. Nezapomeňte přidat interakci s uživatelem.

Řešení: Kalibraci je vhodné provádět jako reakci na stisk tlačítka řídicí jednotky, k čemuž žáci využijí blok *Wait*. Tento blok již znají z kapitoly *Mixér*. V tuto chvíli musí použít pouze jiný režim bloku, kterým je čekání na stisk tlačítka řídicí jednotky. Řešení aktivity znázorňuje obrázek 7. Na začátku programu je vhodné provést reset barevného senzoru.

Uživatel by mohl být ke stisku tlačítka vyzván například výpisem textu na displej.



Upozornění: Připomeňte žákům informaci, že kalibrace musí být prováděna vždy jako první úkon při práci s barevným senzorem v režimu snímání odraženého světla. Musíme totiž před každým dalším snímáním senzoru „říci“, co je v naší situaci bílá a co černá barva.



Obrázek 7 – Správné řešení kalibrace barevného senzoru dle zadání aktivity.

SOS

9.5.5 SOS

Pokud si žáci nebudou vědět s kalibrační rady, najdou nápovědu v této sekci. K dispozici mají schéma, znázorňující všechny fáze kalibrace. Musí tedy pouze převést jednotlivé bloky schématu do podoby programu.

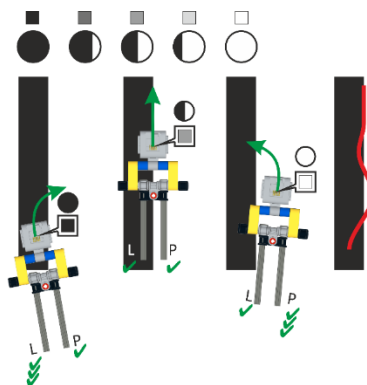


9.6 Jak zpřesnit pohyb robota?



Poznámka: Vzhledem k náročnosti kapitoly jsou tato a všechny následující části určeny především rychlým žákům, kterým jednoduchý pohyb robota po čáře nečinil žádné obtíže.

Rozšiřující aktivita, která slouží ke zpřesnění kmitavého pohybu. Robot tentokrát sleduje okraj čáry, pomocí režimu měření intenzity odraženého světla. Pracuje tedy se zjištěnou hodnotou přesněji. Princip pohybu je patrný z obrázku 8.



Obrázek 8 – Ilustrace přesnějšího pohybu robota po čáře.



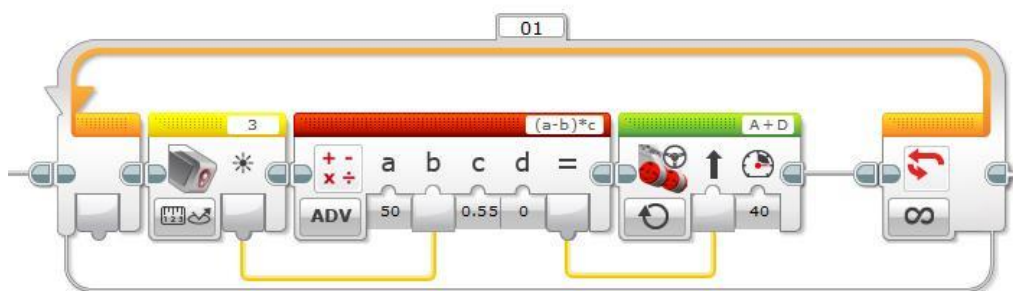
Doporučení: Optický senzor v této úloze nesmí být kalibrován. Kalibrace potlačuje úroveň šedi. Senzor poté vrací obvykle jen hodnoty 0 (pro černou) a 100 (pro bílou). Provedte proto raději reset senzoru, který umožní opětovné získávání odstínů šedi v rozsahu 0 až 100.



9.7 Pro rychlé žáky: Jak na sledování okraje čáry? 🤖

Úkol pro rychlé žáky nejprve sumarizuje všechny činnosti, které musíme vykonat pro přesnější sledování okraje čáry.

Robota lze přesněji řídit hodnotou získanou ze senzoru. Můžeme ji využít jak k řízení výkonu jednotlivých motorů (např. blok **Move Tank**), tak i k řízení pomocí bloku **Move Steering**. Hodnotu ze senzoru, která je v rozsahu 0 až 100, můžete upravovat pomocí matematického modulu. Odečtením hodnoty 50 nastavíme střed na 0. Takto získanou hodnotu můžeme ještě vynásobit konstantou pro utlumení či zesílení reakce. Řízení pomocí PID regulátoru by bylo pro žáky příliš náročné. Vzorový program pro sledování okraje čáry můžete vidět na obrázku 9.



Obrázek 9 – Ukázka programu pro sledování okraje čáry.



Důležité upozornění: Žáci by měli nejprve provést kalibraci senzoru a otestovat, jaké hodnoty senzor vrací na rozhraní čáry (např. výpisem na displej). Ideálně by se měly hodnoty blížit 50.