

Arduino – základ pro levnou robotickou platformu

MILAN NOVÁK

Přírodovědecká fakulta JČU České Budějovice

Robotika se stává všudypřítomnou a lidé si zvykli na možnou interakci s roboty v každodenním životě. Pro výuku jsou robotické prostředky úspěšně využívány v průběhu několika desetiletí. Hlavní výhoda výuky robotiky je, že se jedná o interdisciplinární obor, který zahrnuje mechaniku, elektroniku a programování. Studenti se zdokonalují ve všech těchto předmětech současně a zároveň je pro ně zábavou konstruovat roboty [1, s. 2699]. Důležitým předpokladem pro výuku robotiky je, aby studenti měli možnost pracovat na vlastním technickém zařízení jednotlivě nebo v malých skupinách. Každý student by měl být schopen řešit v rámci výuky s danou platformou problémy bez nutné znalosti vyšších principů robotické platformy a daná platforma by měla být flexibilní a rozšiřitelná [2, s. 1046]. Z důvodu názornosti je lepší používat reálné roboty místo simulovaných prostředí [3, s. 5].

Z pohledu pořízení lze rozdělit robotické platformy do dvou hlavních skupin: komerční a vlastní. Nejjednodušší volbou učitele je nákup komerční robotické platformy, kterých je na trhu k dispozici celá škála. Jednotlivé komerční platformy se mohou lišit v množství připojitelných senzorů, v různém výpočetním výkonu, v různé složitosti ovládání a různými přístupy k metodice výuky pomocí této platformy [4, s. 3]. Hlavní nevýhodou těchto krabicových řešení je jejich uzavřenost. Student pracuje s komerční platformou jako s černou skříňkou – neví co se v ní děje. V některých případech výuky je to v pořádku, zejména při výuce samotné algoritmicke, ale robotika je komplexní obor a vzdělávací programy se mohou soustředit na mnoho různých tematických celků. To definuje předpoklad dostupné modularity, jednoduchosti, nízkých nákladů a schopnosti pokrýt interdisciplinární témata. Tyto požadavky částečně splňují jen některé platformy. Mezi komerční zástupce patří například LEGO Mindstorms, který bývá využíván na všech úrovních škol. Realizace robotických prostředků postavených na této platformě poskytuje modularitu a umožňuje vytvářet

robustní konstrukce. Využívá se také při různých „robotických soutěžích“. Přes uvedené klady je pořízení této platformy poměrně finančně náročné a tím i mnohdy pro školy cenově nedostupné v takovém množství, aby byla k dispozici každému studentovi. Studenti by se neměli soustředit pouze na možnost využití konkrétního již sestaveného robota, ale měli by se zajímat o vnitřní činnost robotického celku a výuka by měla být více orientována na evoluční přístup, kdy je robot představován jako síť semi-inteligentních senzorů [4, s. 2].

Druhá cesta, která vede k získání robotické platformy, je vytvoření své vlastní, která bude splňovat konkrétní specifika pro výukové podmínky, které budou odpovídat konkrétním požadavkům a zaměření školy. Vlastní robotická platforma může být upravena podle využití v různých předmětech a studenti se také mohou dozvědět více o celém návrhovém procesu. Na druhou stranu tyto platformy vyžadují více času pro přípravu k používání ve výuce. Z tohoto důvodu se někdy využívá některého z komerčních řešení pro vytvoření mechanických součástí, které jsou následně osazeny vlastní elektronikou otevřené platformy. Lze je použít, pokud se studenti mají naučit elektroniku a základy práce s dalšími zařízeními, např. s měřicí technikou.

Platforma Arduino

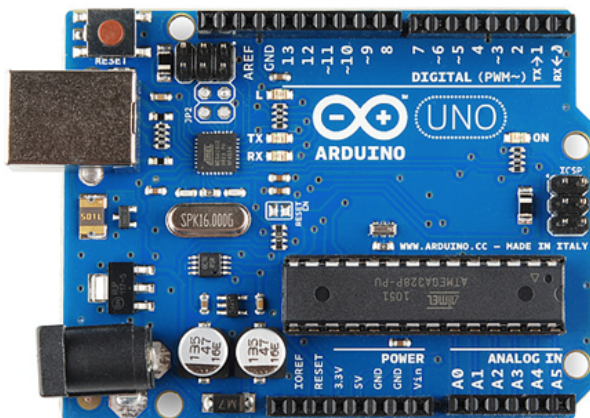
Základem každé robotické platformy je řídicí deska. Jádrem těchto desek tvoří mikrořadiče. V současné době existuje nepřeberné množství elektronických desek, určených nejenom pro robotické platformy.

Arduino je jednou z nejpoblárnějších a nejrychleji rozvíjejících se platform [6]. Je založena na mikrokontroleru Atmel, který nabízí celou řadu základních desek se standardizovaným programovacím rozhraním, což zjednodušuje první kontakt s elektronikou, přičemž je dostatečně výkonný pro používání v jakémkoliv projektu. Některé studie ukazují, že studenti, kteří využívají Arduino, obvykle dokáží přijít s kreativnějšími projekty než studenti využívající jiné platformy. K tomu přispívá i vysoká dostupnost vybavení pro Arduino, dobrá dokumentace a široká komunitní podpora. Na druhou stranu je Arduino komunita mnohdy zaměřena spíše na vytváření věcí tak, aby fungovaly, než na optimální způsob jejich výroby.

Široká komunita lidí, kteří vyvíjejí nástroje (software a hardware) pro tuto platformu, poskytuje své projekty a podporu ke studiu a úpravám podle vlastních potřeb. Platforma Arduino je pod licencí open-hardware a stala se velmi populární mezi lidmi, kteří právě začínají s elektronikou.

Jedním z hlavních důvodů rychlé popularizace je možnost připojit Arduino k počítači pomocí USB kabelu a nahrát programový kód do desky přímo z počítače. Dřívější platformy vyžadovaly pro účel programování přídatný hardware, tzv. programátor. Základním programovacím jazykem je Wiring, což je metajazyk nad C++. Přes knihovny C++ může být dále rozšířen a v jistých ohledech usnadňuje samotné programování.

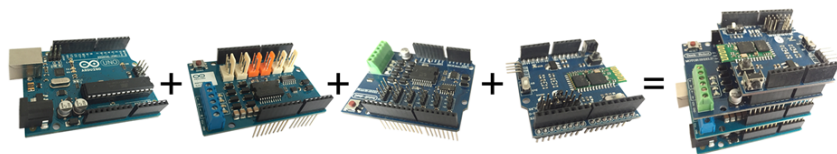
Jednou z nejpobulárnějších desek platformy Arduino pro první seznámení je typ UNO (obr. 1). Tato deska obsahuje 14 digitálních vstupních/výstupních pinů (z toho 6 lze použít jako výstupy využívající pulzně-širokovou modulaci), 6 analogových vstupů, USB konektor, napájecí konektor, tlačítko pro reset a další. Obsahuje tedy vše potřebné pro podporu mikrokontroleru. Desku stačí připojit pomocí USB kabelu k počítači nebo k napájecímu zdroji a může se začít pracovat.



Obr. 1

Moduly jsou základ

Základní deska Arduino UNO umožňuje připojení dalších modulů (obvodových desek), tzv. shieldů. Jejich vzájemné propojení je velmi jednoduché a poskytuje komplexní celek pro specifická řešení bez nutnosti složitého propojování prostřednictvím drátových propojek. Jednotlivé obvodové moduly se jednoduše spojí prostřednictvím pinů a připravených vstupů na každé z desek (obr. 2).



Obr. 2

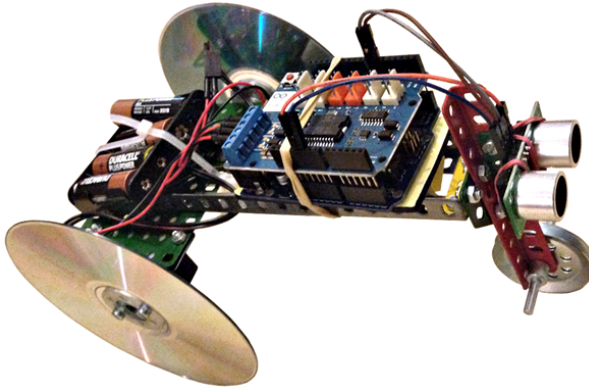
Existuje celá řada desek pro nejrůznější účely, které lze různě kombinovat, podle požadovaných funkcionalit výsledného zařízení. Lze spojit například základní desku Arduino UNO s WiFi obvodem pro bezdrátovou komunikaci nebo GPS pro určení polohy apod. Aby mohly být jednotlivé obvody takto jednoduše propojitelné musí splňovat pouze předpoklad, kterým je dodržení základní formy vstupně výstupních pinů základní desky. Konkrétní obvod pak může využívat jen některé vstupy či výstupy nebo naopak všechny. Tato vlastnost je velmi výhodná pro vývoj vlastních obvodů, protože lze použít univerzální nepájivé pole, které lze zakoupit jako obvod pro zapojení do základní desky. Na tomto obvodu se vyvine a otestuje konkrétní funkcionalita a následně se může vytvořit již konkrétní obvod, jehož základem je prototypové zapojení na nepájivém poli. Dochází tak k efektivnějšímu vývoji. Samotný obvod nepájivého pole pak poskytuje možné rozšíření pro využití v odborném vzdělávání v oblasti fyziky, elektroniky, mechatroniky apod., kdy si studenti mohou vyzkoušet specifická zapojení.

Arduino a senzory

Platforma Arduino umožňuje prostřednictvím jednoduchého kódu ovládat širokou škálu čidel: senzory světla, atmosférického tlaku, teplotní čidla, senzory oxidu uhelnatého, radioaktivity, vlhkosti nebo atmosférického tlaku. Uvedený výčet senzorů je pouze malou ukázkou z celé škály čidel, se kterými Arduino může pracovat. Pro konstrukci robotické platformy lze použít senzory k navigaci v prostředí, které pomáhají určovat směr pohybu. Ultrazvukové senzory (SONAR) patří mezi tzv. distanční senzory, které se využívají pro detekci objektu v blízkosti robota nebo k určení vzdálenosti od překážky. Infračervené reflexní senzory se používají pro řízení pohybu robota. Oblíbeným příkladem je sledování čáry. Tyto senzory umožňují také určit, zda se robot nachází na okraji povrchu, po kterém se robot pohybuje.

Ukázka robotického prostředku

Velmi jednoduchou ukázkou robotického prostředku, který je vystavěný na platformě Arduino, je kolový prostředek, který se autonomně vyhýbá překážkám. Jeho mechanická konstrukce využívá stavebnici Merkur, kola jsou vytvořena ze starých CD nosičů (obr. 3). Není tedy nutné využívat drahých komponent.

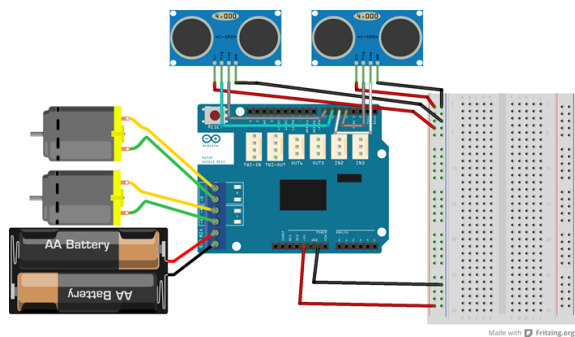


Obr. 3

Samotná elektronická část ukázky robotického prostředku se omezuje na následující komponenty:

1. deska Arduino UNO,
2. pole pro řízení motorů,
3. dva stejnosměrné motory,
4. jeden nebo dva ultrazvukové snímače,
5. nepájivé pole,
6. baterie.

Zapojení jednotlivých součástí je velmi jednoduché (obr. 4). Pole pro řízení motorů je nasazeno na vývojovou desku Arduino UNO. Nepájivé pole slouží pouze pro rozvod napájení pro ultrazvukové senzory, které se přivádí přímo z desky Arduino UNO. Ultrazvukové senzory jsou připojeny k digitálním vstupům na desce Arduino. Při využití pole řízení motorů stačí připojit motory na jeho sběrnici, která má i vstupy pro napájení. Pokud by nebylo použito pole řízení motorů, musel by se vytvořit tzv. H-můstek, který by suploval funkci pole.



Obr. 4

Pokud je obvod zapojen, stačí nahrát programový kód. Pro uvedený příklad, si lze z adresy <http://www.prf.jcu.cz/data/files/344/362/1890wiring-robot.ino> stáhnout soubor s kódem. K nahrání kódu je určené integrované vývojové prostředí (IDE), které je napsané v jazyce Java a lze jej zdarma stáhnout ze stránek <http://www.arduino.cc>. Stažený soubor se otevře ve vývojovém prostředí, pomocí kterého se nahraje do vývojové desky Arduino UNO. Samotný robotický prostředek se již začne chovat podle naprogramovaného kódu. V tomto případě se bude snažit vyhýbat překážkám.

Závěr

Tento článek je krátkým úvodem k široké problematice technologie Arduino, která může být použita jako základ pro levnou robotickou platformu. Arduino je ideální pro tvorbu interaktivních projektů, ve výuce podporuje kreativitu, týmovou spolupráci se zaměřením na technologie a mezioborovou spolupráci. To je také dáno variabilitou, kterou se platforma Arduino vyznačuje. Lze využívat jednak již existující pole, kterých je nepřeberné množství nebo vytvořit vlastní, zcela specifické obvody, které ve spojení s čidly vytváří různé hardwarové celky. Důležitým aspektem je okamžitá zpětná vazba. To znamená, že pokud je sestavené zařízení postaveno a naprogramováno v pořádku, studenti vidí, jak pracuje přímo v reálném prostředí. Jak se pohybuje, jak reaguje na okolí prostřednictvím čidel apod.

V článku je uvedena jednoduchá ukázka robotického prostředku, který využívá ultrazvukových čidel. Tato čidla stačí vyměnit za čidla infračervená při minimální změně programového kódu a studenti okamžitě zjistí

rozdíl v jejich citlivosti nebo dosahu. Tyto rozdíly pak vedou k osvojení principu jednotlivých čidel.

Díky otevřenosti platformy Arduino není problém vytvořit vlastní prototypová řešení, která budou zohledňovat specifické potřeby studentů a učujících. Při realizaci prototypových zařízení stačí dodržet základní rozložení vstupních/výstupních pinů základní desky Arduino. Existuje velké množství již existujících robotických platforem, jejichž základem je Arduino. Není proto nutné vytvářet zcela nová řešení, ale využít existující, popřípadě ho upravit podle požadavků a zabývat se pouze programováním.

Platforma Arduino v současné době obsahuje velké množství klonů, které se liší například v množství implementovaných senzorů v rámci jediné desky, počtem vstupů, způsobem připojení periférií a také cenou. V zásadě ale pracují na stejném principu s využitím jednotného programovacího rozhraní. V porovnání s platformou LEGO Mindstorms, které pracuje prioritně s originálními komponentami v podobě LEGO kostek, Arduino umožňuje využívat senzorů a dalších elektronických komponent od různých výrobců. Pro Arduino také neexistuje omezení v podobě znovupoužitelnosti základní desky pro stavbu jiného robotického prostředku nebo zařízení. Desku stačí opatřit jinými poli, senzory a nahrát jiný programový kód. Tím je tato platforma velmi flexibilní.

Literatura

- [1] *García-Saura, C. – González-Gómez, J.*: 5th International Conference of Education, Research and Innovation: Low cost educational platform for robotics, using open-source. ICERI201, Madrid, Spain, 2012.
- [2] Robot and Human interactive Communication, 2007. RO-MAN 2007. The 16th IEEE International Symposium on: A Study on External Form Design Factors for Robots as Elementary School Teaching Assistants. IEEE, Jeju, 2007.
- [3] *Balogh, R.*: Basic Activities with the Boe-Bot Mobile Robot. In: DidInfo2008. 14th International Conference. FPV UMB, Banská Bystrica, Slovakia, 2008.
- [4] *Bertelli, L., Bovo, F., Grespan, L., Galvan, S., Fiorini, P.*: Eddy: an open hardware robot for education. In: AMIRE 2007 Conference, 4th International Symposium on Autonomous Minirobots for Research and Edutainment, October 2007, Buenos Aires, Argentina, 2007.
- [5] What is Arduino? Arduino [online]. [cit. 2015-11-25]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>.
- [6] *Balogh, R.*: Educational Robotic Platform based on Arduino. In: Proceedings of the 1st international conference on Robotics in Education, RiE2010, September 2010, FEI STU, Slovakia, 2010, 119–122.