

Vnorené systémy – vnorená inteligencia (3)

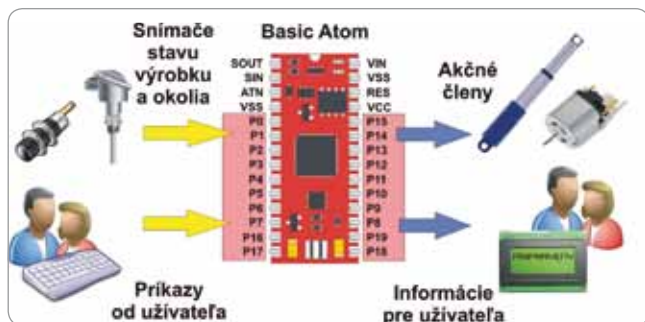
Pre vnorený systém je typické to, že získava informácie o stave výrobku a okolia a o príkazoch od používateľa. Ide o vstupné informácie, ktoré vyžaduje jeho bežiaci program a ktoré sú načítané do pamäte vnoreného systému. Až na základe posúdenia týchto informácií sa môže vnorený systém rozhodnúť o ďalšom ovládaní jednotlivých funkcií výrobku. Cieľom článku je poukázať na možnosti získavania a spracovania informácií privedených na vstup mikropočítača.

Vnorené systémy sú aplikované na ovládanie procesov a funkcií výrobkov. Práve pre túto činnosť treba získať určité množstvo informácií, ktoré potom vnorený systém vyhodnotí v spustenom programe a až na základe nich sa rozhodne o ďalšej činnosti, resp. ďalšom priebehu vykonávania funkcií výrobku.

Živé organizmy potrebujú receptory na to, aby spoznali svoj stav a stav okolia a následne sa rozhodli o svojej ďalšej činnosti tak, aby zabezpečili svoje biologické funkcie. V úplne rovnakej situácii je aj výrobok s vnoreným systémom, ktorý sústavou snímačov získava stavové informácie o svojom výrobku a jeho okolí. Navyše môže komunikovať aj s používateľom a aj tieto informácie sú vyhodnotené a zohľadnené pri vykonávaní funkcií výrobku. Potom sa dostáva vnorený systém do fázy rozhodovania, čo treba spraviť, aby sa zabezpečili ďalšie funkcie výrobku, v ktorom je vnorený.

Takýto výrobok s vnoreným systémom sa správa inteligentne a rozhoduje samostatne o svojich činnostiach. Toto správanie je, samozrejme, podriadené používateľovi, ktorý má možnosť zasiahnuť do jeho činnosti. Okrem toho môže mať takýto výrobok prostredníctvom vnoreného systému aj množstvo funkcií, o ktorých bežný používateľ často ani netuší. Medzi ne patrí napríklad aj kontrola stavu výrobku a adekvátne zasiahnutie do jeho činnosti v prípade ohrozenia jeho funkčnosti alebo používateľa výrobku. Takéto neočakávané stavy pritom môže nechtiac spôsobiť aj samotný používateľ. Úlohou vnoreného systému je pomôcť používateľovi zvládnuť prácu s týmto výrobkom a zároveň eliminovať jeho chybné kroky vedúce k poškodeniu výrobku alebo ohrozeniu používateľa [1, 2].

Tento článok je zameraný na získanie informácií a ich prvotné spracovanie pomocou vnoreného systému – jednočipového mikropočítača BasicATOM Pro 28-M (obr. 19).



Obr. 19 Vstupné a výstupné signály mikrokontroléra Basic ATOM

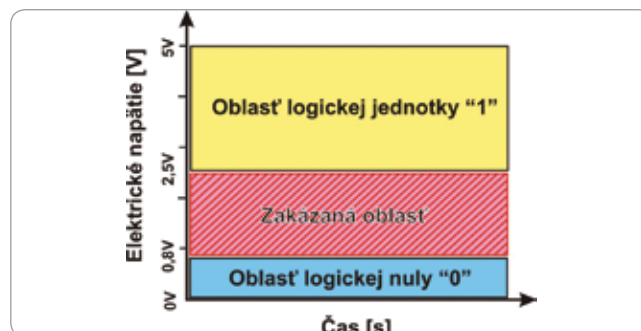
Po spracovaní informácií o stave snímačov a príkazov používateľa mikropočítač realizuje zásah do stavu výrobku, ktorý môže vplývať aj na stav okolia a zároveň môže poskytnúť informácie používateľovi tohto výrobku. V ďalšom kroku sa znovu pomocou snímačov zistí stav výrobku a okolia, prípadne príkazy používateľa. Pomocou tejto spätnej väzby mikropočítač opäť konfrontuje, či je súlad medzi požiadavkami a aktuálnym stavom výrobku a okolia.

Všetko je v nulách a jednotkách

Rovnako ako všetky číslicové počítače, aj tento mikropočítač BasicAtom Pro 28-M pracuje v dvojkovej číselnej sústave. A tak signály, ktoré prijíma a vysiela, by mali byť v binárnej podobe. Informáciu z dvojestavového snímača v podobe logického stavu „0“ alebo „1“ možno načítať na vstupe mikropočítača bez väčších ťažkostí. V tomto prípade je logický stav reprezentovaný pomocou úrovne elektrického napätia štandardu 5 V TTL logiky (transistor-transistor logic), ktoré je nositeľom informácie (obr. 20). Pri väčšine digitálnych zariadení tohto typu je interval hodnôt elektrického

napätia definovaný tak, že pre logickú nulu „0“ možno použiť elektrické napätie s hodnotou v intervale (0 až 0,8 V) alebo (0 až 0,4 V). Pre oblasť logickej jednotky „1“ je vyhradená oblasť (2,5 V až 5 V), prípadne (2 V až 5 V). Medzi týmito dvoma oblasťami je nedefinovaná oblasť alebo tzv. zakázané pásmo (obr. 20). Hodnoty z tohto intervalu by sa nemali používať, ak nechceme riskovať, že ich použitím dôjde k nepochopeniu a nesprávnej reprezentácii načítaného logického stavu. Ide o to, aby mikropočítač správne „pochopil“ získanú digitálnu informáciu a správne vyjadril digitálnu informáciu na výstupe pre zariadenie, s ktorým komunikuje.

Výrobcovia jednotlivých zariadení sa teda snažia o dodržanie tohto štandardu, aby bola zabezpečená kompatibilita medzi týmito zariadeniami. Interval zakázanej oblasti treba poznať, aby sa predišlo nečakaným nedorozumeniam pri návrhu a výrobe výrobku s vnoreným mikropočítačom. Experimentálnym testovaním možno overiť a presnejšie identifikovať interval zakázanej oblasti aj pre použitý mikropočítač.



Obr. 20 Vyjadrenie logických úrovní pomocou veľkosti elektrického napätia

Ako je na tom mikropočítač Basic Atom? Kde má rozlišovacia prahová úroveň medzi logickou nulou a logickou jednotkou? Experimentálnym testovaním možno určiť tento interval zakázanej oblasti aj pre mikropočítač Basic Atom. Medzné hodnoty tohto intervalu boli merané na viacerých kusoch toho istého typu mikropočítača, pričom interval zakázanej oblasti bol (2,4 V až 2,5 V). Tieto hodnoty sa mierne líšili na jednotlivých vývodoch mikropočítača. Interval týchto hodnôt však nemusí byť rovnaký pre všetky kusy mikropočítača, čo potvrdili aj experimenty. Ak bol mikropočítač zámerné uvedený do stavu, keď bolo na jeho vstupe privedené elektrické napätie v intervale zakázanej oblasti, prejavilo sa to rýchlym striedaním rozpoznaného stavu. Teda mikropočítač sa doslova nevedel „rozhodnúť“, o aký stav na jeho vstupe ide. Táto nejednoznačnosť môže spôsobiť chybnú identifikáciu logického stavu a následne aj zmätky pri chybnom vykonaní programu.

2. Získanie informácie o logickom stave dvojestavových snímačov a spínačov

Na trhu je rad snímačov (obr. 21), ktoré majú na svojom výstupe len dva logické stavy (logická „0“ a logická „1“) reprezentované hodnotou elektrického napätia podľa zaužívej konvencie TTL logiky (obr. 20). V takom prípade ich možno priamo pripojiť k niektorému vstupu mikropočítača s použitím predradného rezistora (kvôli obmedzeniu maximálneho prúdu tečúceho do mikropočítača – max. 3 mA na každý vývod).

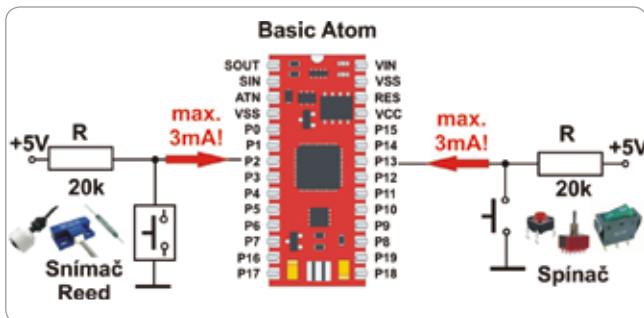
Veľmi často sú však dvojestavové snímače konštruované tak, že nositeľom zmeny stavu je elektrický odpor snímača so skokovou zmenou elektrického odporu. Na ich výstupe dochádza k skokovej zmene elektrického odporu (z nuly na nekonečno a opačne). Z elektrického hľadiska sú teda identické so spínačmi, ktoré majú

rovnaké vlastnosti. Takéto snímače uzatvárajú alebo otvárajú elektrický obvod podobne ako spínače (obr. 21).



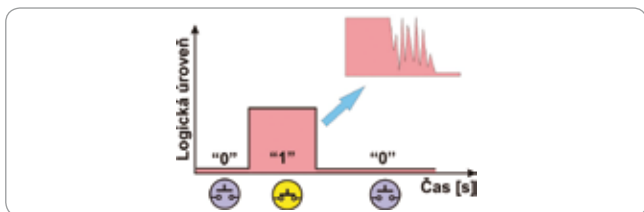
Obr. 21 Dvojstavové snímače so skokovou zmenou elektrického odporu

K vstupu mikropočítača ich možno pripojiť metódou tzv. pull up rezistora (obr. 22). To znamená, že pomocou rezistora je vstup mikropočítača trvalo pripojený k elektrickému napätiu s hodnotou zodpovedajúcou logickej „1“. Rezistor teda udržiava na vstupe mikropočítača úroveň logickej „1“ (odtiaľ názov pull up). Pri zmene stavu snímača na aktivovaný, t. j. jeho elektrický odpor bude mať hodnotu blízku nule, nastane aj zmena stavu na vstupe mikropočítača. Mikropočítač teda zaznamená logický stav „0“ (obr. 22).



Obr. 22 Získanie informácie o logickom stave snímača alebo spínača

Pri týchto typoch snímačov a spínačov treba riešiť aj častý problém so zákmitmi spínacích kontaktov, spôsobených pružnosťou kontaktov, znečistením kontaktných plôch, vibráciami a pod (obr. 23). Tieto zákmity môžu byť chybné klasifikované programom mikropočítača ako opätovná deaktivácia a aktivácia snímača alebo spínača pripojeného na vstup mikropočítača. Ide o neželanú zmenu logického stavu. Tento jav teda môže v konečnom dôsledku nepriaznivo ovplyvniť správanie mikropočítača aj výrobku, v ktorom je vnorený. Tento problém možno riešiť hardvérovo, napr. RC členom, RS klopným obvodom, alebo softvérovo tak, že po každom načítaní stavu snímača (spínača) ignorujeme v programe jeho stav na určitý čas, napr. 20 ms.



Obr. 23 Zákmity dvojtavových snímačov a spínačov

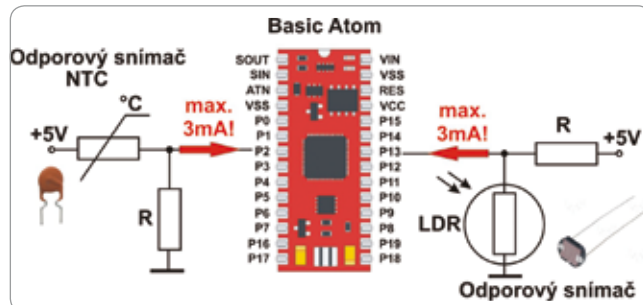
Získanie informácie o stave snímačov s plynulou zmenou elektrického odporu

Pomerne významnou skupinou snímačov na trhu sú snímače (obr. 24), ktorých mieronosnou veličinou je elektrický odpor s plynulou zmenou v závislosti od zmeny meranej veličiny (teplota, intenzita osvetlenie, sila a pod.).



Obr. 24 Snímače s plynulou zmenou elektrického odporu

Tieto snímače možno pripojiť v zapojení ako delič napätia (obr. 25). Nastavenie deliča napätia však musí byť také, aby hodnota meranej veličiny spôsobila v žiadanej hodnote (napr. kritická úroveň teploty) prechod výstupného napätia deliča zakázanou oblasťou logických úrovni mikropočítača. Teda mikropočítač zaznamená zmenu logického stavu z nuly na jednotku alebo opačne. Zakázaná oblasť na vstupe vývodov mikropočítača je v tomto prípade využitá na zachytenie zmeny analógovej veličiny (obr. 25). Principiálne ide teda o akúsi napodobeninu analógovo-digitálneho prevodu s rozlíšením 1 bit.



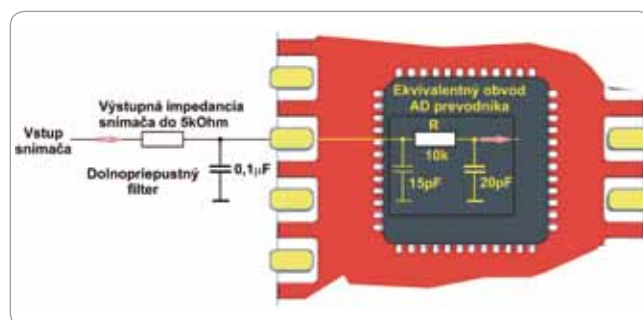
Obr. 25 Načítanie stavu snímača s plynulou zmenou elektrického odporu

Takýmto spôsobom možno realizovať jednoduchý automat osvetlenia reagujúci na pokles okolitej intenzity osvetlenia, automatické zapínanie chladenia pri zvýšení teploty zariadenia a pod. Tento spôsob spracovania analógových signálov je určený pre úlohy z kategórie sekvenčných logických systémov. V prípade, že hodnoty elektrického odporu rezistorov R (obr. 25) bude možné nastaviť (napr. použitím potenciometrov) získame dvojtavové snímače s nastaviteľnou hodnotou preklopenia sa z logickej nuly na logickú jednotku a naopak. Potom je možné realizovať napr. automatické zapínanie osvetlenia pri nastaviteľnej miere súmraku alebo automatické chladenie pri nastaviteľnej teplote zapínania chladenia a pod.

Získanie informácie o stave analógových snímačov

Ďalšia časť snímačov, ktoré sú na trhu, má na výstupe ako mieronosnú veličinu analógové elektrické napätie. Elektrické napätie sa plynule mení v závislosti od meranej neelektrickej veličiny, a teda ak poznáme funkčnú závislosť medzi výstupným elektrickým napätím snímača a meranou veličinou, tak môžeme toto namerané elektrické napätie spätne prepočítať na hodnotu nameranej neelektrickej veličiny (napr. teplota).

Ako už bolo spomenuté, mikropočítač komunikuje s okolím pomocou binárne kódovanej informácie. Na načítanie analógového signálu mikropočítačom Basic Atom Pro-28M možno využiť zabudovaný analógovo-digitálneho prevodník (AD), ktorý v kombinácii s multiplexerom umožňuje osemkanálové meranie s rozlíšením 10 bitov. Rozsah vstupného napätia prevodníka je 0 až 5 V. Čas konverzie na jeden merací kanál je 8 μ s. Prevzorkovaním možno dosiahnuť rozlíšenie AD prevodu až 16 bitov. Takáto vysoká presnosť prevodu je však na úkor rýchlosti konverzie. LSI analógové vstupy mikropočítača sú navrhnuté tak, že presnosť konverzie je garantovaná, ak je impedancia snímača menšia ako 5 k Ω . Pri signáli s diferenciálnym koeficientom väčším ako 5 mV/ μ s výrobca odporúča použiť dolnopriepustný filter (obr. 26) [4].

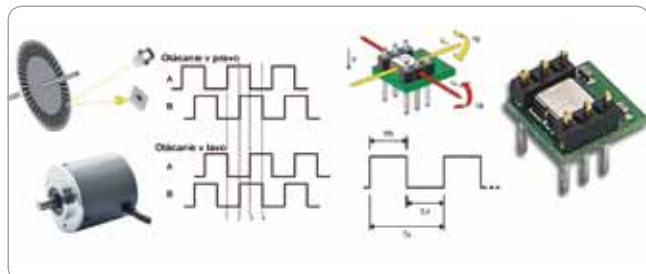


Obr. 26 Ekvivalentný obvod AD prevodníka a odporúčané zapojenie snímača s analógovým výstupným napätím

Načítanie analógovej veličiny je však možné len na špecifikovaných vývodoch (obr. 10) mikropočítača (pre Basic Atom Pro 28-M sú to P0, P1, P2, P3, P16, P17, P18, P19) [2].

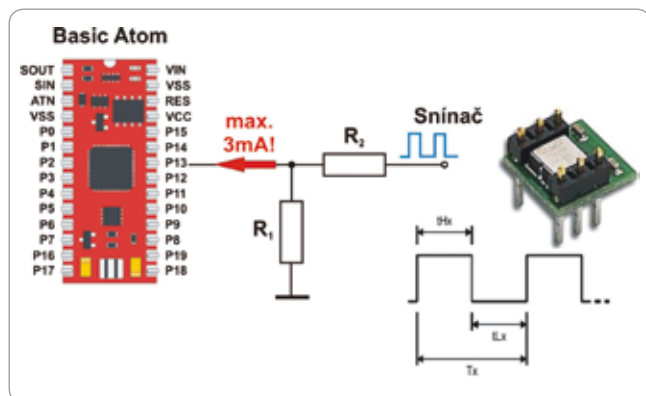
Získanie informácie o stave snímačov s impulzným výstupom

Ďalšou významnou skupinou sú snímače s impulzným výstupom (obr. 27). Ide o snímače, pri ktorých je mieronosnou veličinou šírka impulzu alebo počet impulzov za časovú jednotku, t. j. frekvencia impulzov.



Obr. 27 Snímače s impulzným výstupom

Ide napr. o snímače na meranie otáčok, kde nositeľom informácie je frekvencia impulzov, alebo napr. akcelerometer, kde nositeľom informácie je šírka impulzu na výstupe snímača atď. (obr. 27). Spôsob pripojenia k vstupom mikropočítača je v oboch prípadoch identický, pričom rozdiel je len v použitom spôsobe vyhodnocovania v programe mikropočítača (obr. 28).



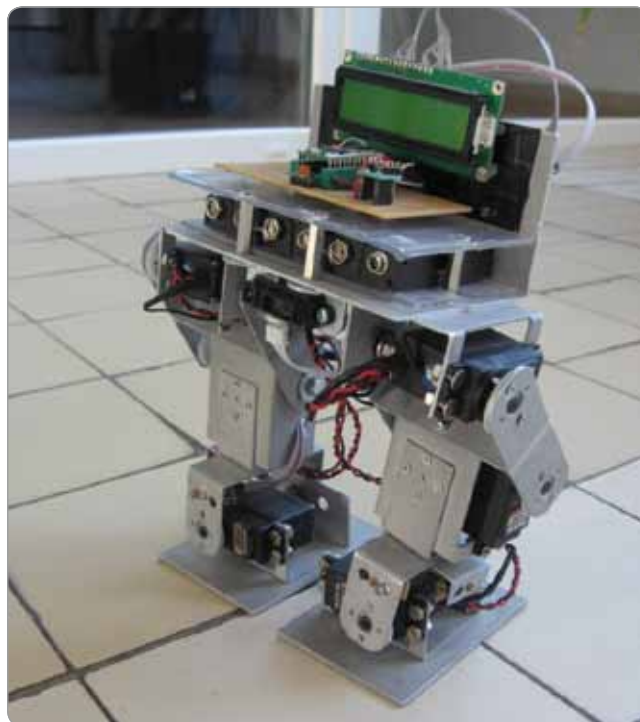
Obr. 28 Pripojenie impulzného snímača na vstup mikropočítača

Dvojný robot Wirgil (obr. 29) disponuje štyrmi infračervenými reflexnými snímačmi s frekvenčne modulovaným signálom na meranie vzdialenosti blízkych prekážok. Obsahuje aj infračervený snímač na princípe triangulácie na meranie vzdialenejších prekážok a na svojej základni má osadený aj akcelerometer, pomocou ktorého možno získať informácie o prejdenej dráhe, prípadne o uhle naklonenia základne robota. Všetky informácie zo snímačov spracuje mikropočítač a na základe nich sa rozhodne o spôsobe pohybu.

Záver

Vnorený systém potrebuje nevyhnutne na svoju činnosť množstvo snímačov a používateľské ovládacie prvky. Informácie získané zo snímačov a ovládacích prvkov musí spracovať a až na základe tejto analýzy vykonať zásah do správania sa výrobku. V súčasných výrobkoch treba vykonávať veľké množstvo štruktúrovaných úloh a bez vnoreného systému si preto existenciu týchto výrobkov už dnes nevieme predstaviť.

Ďalšie pokračovanie tohto článku sa bude zaoberať ovládaním akčných členov a výkonových prostriedkov na zásah do správania sa výrobku. Ďalšie zmeny stavu výrobku a okolia budú naďalej sledované pomocou snímačov tvoriacich spätnú väzbu pre mikropočítač, ktorý znova v prípade potreby zasiahne tak, aby boli splnené očakávaná používateľa výrobku [5].



Obr. 29 Dvojný robot Wirgil [6]

Podakovanie

Tento článok bol vytvorený vďaka realizácii projektu Centrum výskumu riadenia technických environmentálnych a humánnych rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov v strojárstve (IMTS:26220120060) na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja. Príspevok bol spracovaný aj s príspevom grantovej agentúry VEGA 1/1205/12 Numerické modelovanie mechatronických sústav. Vznikol aj s podporou Nadácie Tatra Banky v rámci grantového programu E-talent – projekt LOCOSNAKE – pohyb robotických mechanizmov s podporou riadiaceho softvéru.

Literatúra

- [1] Kelemen, M. – Miková, L. – Kelemenová, T.: Vnorené systémy – vnorená inteligencia (2). In: AT&P Journal, č. 3/2012, s. 38 – 40. ISSN 1335-2237.
- [3] Basic Micro Studio Syntax Manual - Basic Micro Studio Reference Manual. Version 2.1. [online]. [cit. 2012-01-29]. Dostupné na internete: <http://downloads.basicmicro.com/downloads/datasheets/reference_manual_v2_1.pdf>
- [4] Renesas H8/3694Group Hardware Manual. Renesas 16-Bit Single-Chip Microcomputer H8 Family/H8/300H Tiny Series. Renesas Technology Corp. Rev.5.00. Revision Date: Nov. 02, 2005. Tokyo, Japan.
- [5] Vitko, A. – Jurišica, L. – Klúčik, M. – Murár, R. – Duchoň, F.: Embedding Intelligence Into a Mobile Robot. In: AT&P Journal Plus, č. 1: Mobilné robotické systémy (2008), s. 42 – 44. ISSN 1336-5010.

Pokračovanie v ďalšom čísle.

doc. Ing. Michal Kelemen, PhD.

Ing. Ľubica Miková, PhD.

Ing. Tatiana Kelemenová, PhD.

Technická univerzita v Košiciach, Strojnica fakulta
Ústav špeciálnych technických vied
Katedra aplikovanej mechaniky a mechatroniky,
Katedra biomedicínskeho inžinierstva a merania
Letná 9, 042 00 Košice, Tel.: 055/ 602 2388
michal.kelemen@tuke.sk