

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta strojní

Ústav přístrojové a řídicí techniky

VYUŽITÍ PYTHONU PRO REALTIMOVÉ ŘÍZENÍ PERIFERÍÍ

v rámci předmětu Python pro vědecké výpočty

Ladislav Sückr

16.12.2012

Obsah

1. Úvod	1
2. PyMite	1
3. Pyastra	1
4. PyMicro.....	2
5. PyMCU	2
6. Gumstick developer center	3
7. Raspberry Pi®	4
8. Openmonko.....	4
9. Realtime OS	5
9.1. RT preempt patch.....	5
10. Závěr	5
Citovaná literatura.....	6
Seznam obrázků	7

1. Úvod

Motivací pro vytvoření tohoto dokumentu je provedení rešerše na téma využitelnosti Pythonu pro ovládání hardwaru/periferií v reálném čase. Python je skriptovací jazyk vyšší úrovně a z toho v tomto úhlu pohledu vyplývají dva protichůdné závěry :

1. Velká abstrakce od hardwaru – snadné programování
2. Velká abstrakce od hardwaru – přístup k hardwaru pomocí vysokoúrovňových knihoven -> v realtime aplikacích je to problém

V rešerši jsem popsal softwarová i hardwarová řešení, která přímo pracují s Pythonem a jsou použitelná pro výše zmíněný typ aplikací.

Jako výchozí bod pro prozkoumání možností embedded Pythonu jsem zvolil wiki [1] stránky samotného Pythonu.

2. PyMite

PyMite [2] je odlehčený interpreter Pythonu, napsaný od základu znovu, pro spuštění na osmi a vícebitových mikropočítačích s paměťovým limitem 64KB pro program a 4KB pro data. PyMite je založen na syntaxi Pythonu ve verzi 2.5. Jelikož se jedná o odlehčenou verzi interpretu, lze spouštět jen omezenou podmnožinu funkcí z verze Pythonu 2.5.

Jedná se o virtuální stroj, ve kterém je spuštěn program napsaný v Pythonu (s omezením na určitou skupinu funkcí). Výsledný kód nepotřebuje v mikropočítači pro spuštění žádný OS.

Vývoj probíhá na klasickém PC. Součástí řešení jsou ovladače, knihovny a mnoho dalších podpůrných utilit.

Platformy na kterých lze výsledný kód spustit jsou :

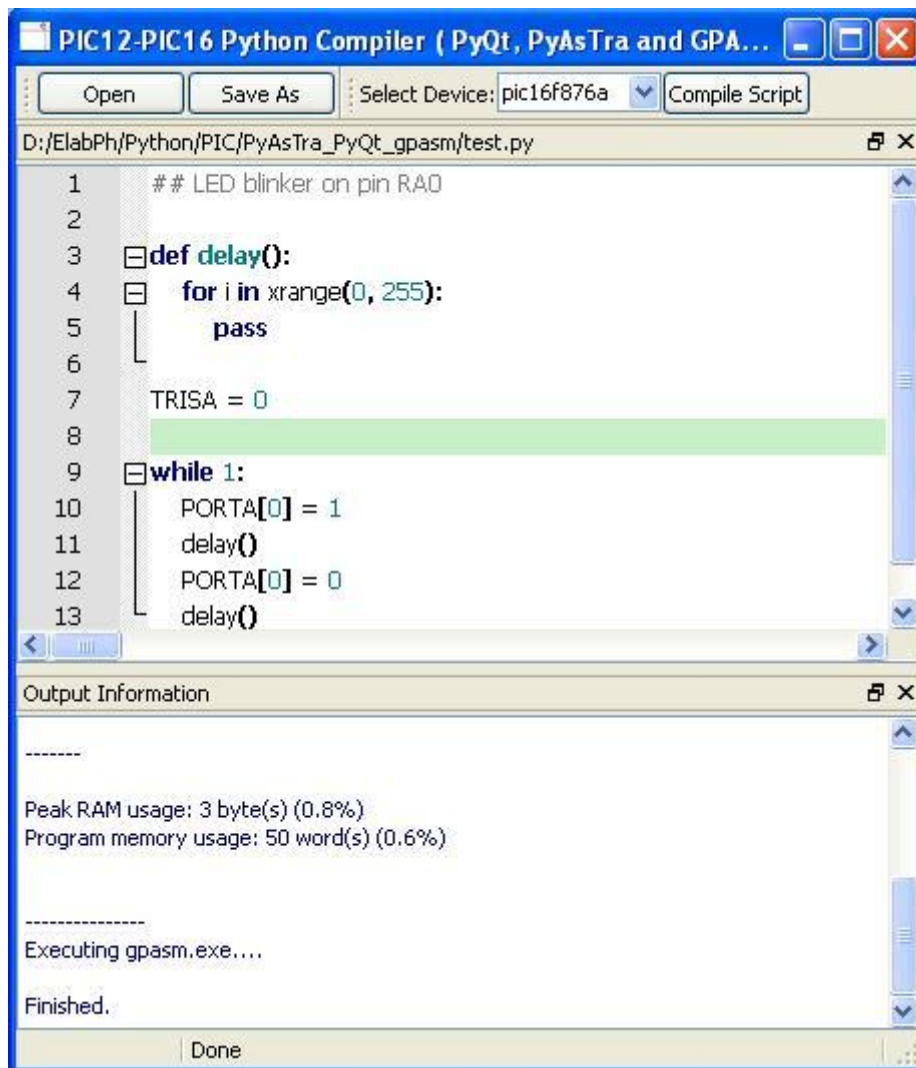
1. STM32 – Vysoce výkonný MCU s DSP a FPU založený na Cortexu
2. AVR řady atmega
3. AVR řady tiny
4. PIC24
5. dsPIC

Vzhledem k tomu, že je tento projekt uveden přímo v doméně Python.org, považuji ho za favorita řešení realtime aplikací pomocí Pythonu.

3. Pyastra

PyAstra [3] je projekt, který se zabývá vytvořením kompilátoru Pythonu pro mikropočítače PIC16. Název projektu je „PYthon to ASembler TRAnslator“ který popisuje téměř všechny cíle projektu. Na rozdíl od PyMite tedy nejde o vytvoření virtuálního prostředí, ale o skutečný kompilátor. Bohužel poslední příspěvek do tohoto projektu byl uskutečněn 14.8.2010, což naznačuje, že tento projekt není aktivní.

Příklad toho, jak vypadá vývojové prostředí, konzola, je na Obrázku 1.



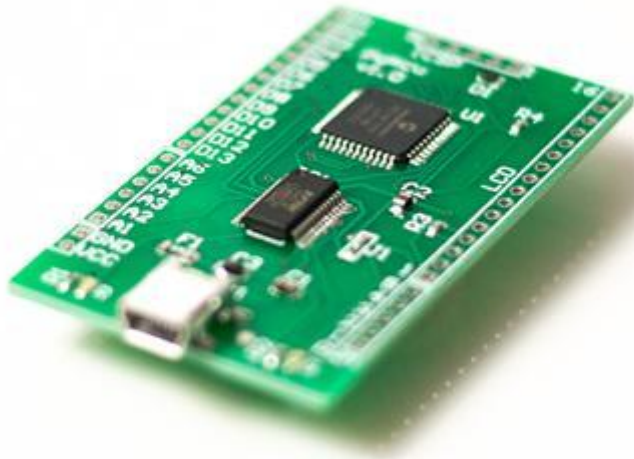
Obrázek 1 - vývoj pomocí Pyastra – <http://projectproto.blogspot.cz/2009/12/python-for-pic-mcus.html>

4. PyMicro

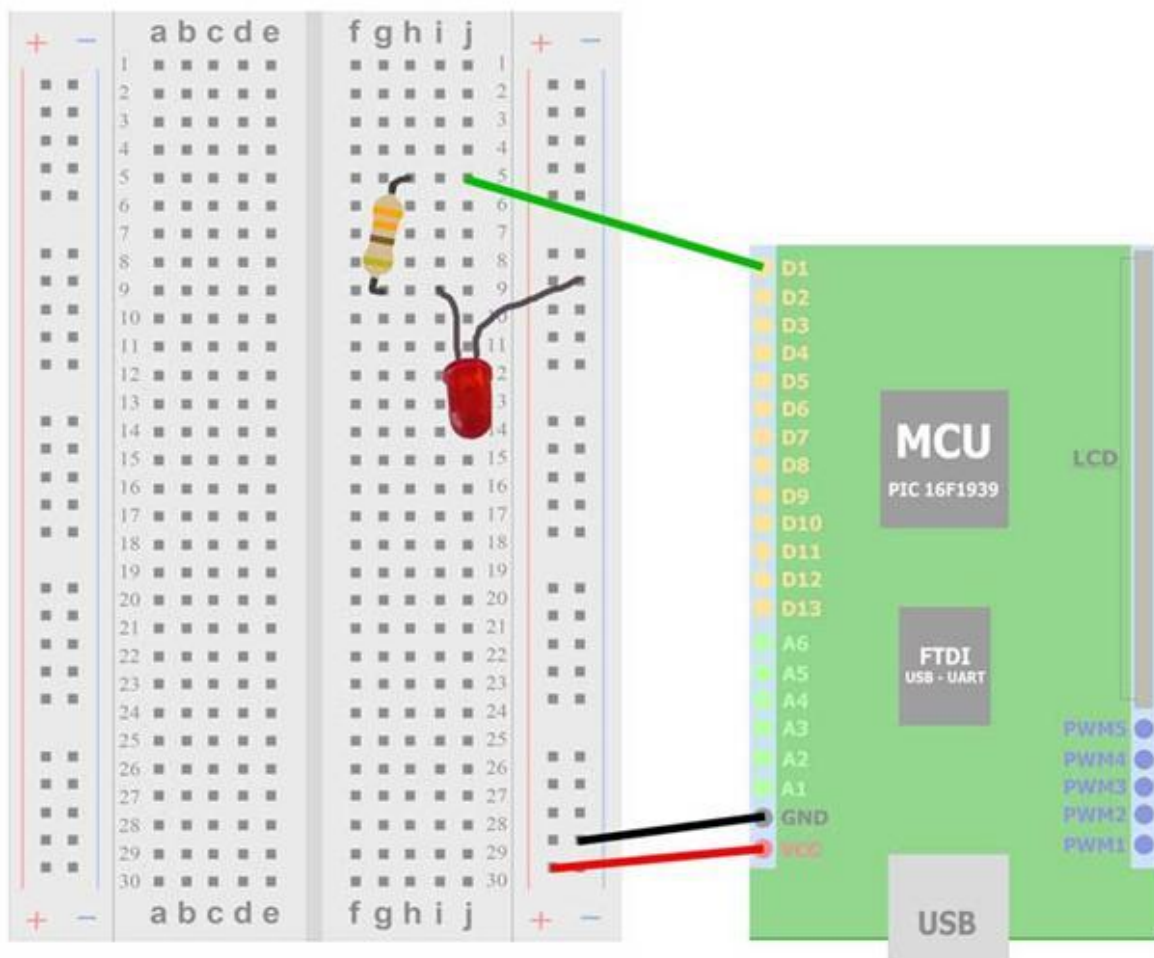
PyMicro [4] je projekt, který se zabývá analýzou možností použití Pythonu na mikropočítačích. Hodnotí např. způsoby převodu Pythonu do C++ s následnou kompilací pro konkrétní mikropočítač. Tento projekt tu uvádím pouze pro úplnost. Myslím si, že toto je příliš komplikované řešení.

5. PyMCU

PyMCU [5] je projekt jiného druhu, než dva předchozí. Projekt se nesnaží vytvořit speciální verzi Pythonu, ale hardwarovou komponentu, připojenou pomocí USB, která má 13 digitálních I/O bitů, 6 analogových I/O kanálů a 5 PWM kanálů, které je možné ovládat z klasického Pythonu pomocí knihoven. Výhoda tohoto řešení je snadnost implementace (k PC připojím USB kabelem periferii) a mohu použít „klasický“ Python na PC. Vzhled desky s porty je na Obrázku 2, na Obrázku 3 je ukázka připojení LED diody.



Obrázek 2 - PyMCU - <http://www.pymcu.com/index.html>



Obrázek 3 - připojení LED - <http://www.pymcu.com/images/img0006.jpg>

6. Gumstick developer center

Jede o hardwarovou komponentu, počítač založený na Crtexu-A9 (Texas Instruments). Nejedná se již o mikropočítač ale o náhradu PC. Pro tento procesor je upravená verze Ubuntu linuxu, na které je

možné provozovat plnohodnotný Python. Toto zařízení má mimo jiné přímé připojení na monitor, USB klávesnice, myš, ... a mnoho dalšího. Bohužel toto zařízení není (tak jak je dodáno) vhodné pro realtime aplikace. Určité možnosti, jak tento nedostatek odstranit, uvedu dále v této rešerši. Vzhled desky je na Obrázku 4.



Obrázek 4 - Gumstick board - <http://www.gumstix.org/>

7. Raspberry Pi®

Raspberry Pi® [6] je projekt, který pomocí čipu Broadcom BCM2835 (obsahuje ARM procesor) postavil tzv. minipočítač. Stejně jako Gumstick, Raspberry Pi® vytváří na malém prostoru mini PC které je malé rozměry, ale co do rozhraní a možností nahrazuje stolní PC a nebo notebook. Nevýhoda pro realtime aplikace je bohužel stejná jako u Gumsticku. Jelikož je operačním systémem upravená verze Ubuntu linuxu, nelze např. řešit aplikace s přesným časováním. Tento nedostatek řeší realtimové upgrady jádra systému GNU/Linux.



Obrázek 5 - Raspberry Pi - http://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi

8. Openmonko

Openmonko [7] je projekt, který umožňuje spouštět Pythonové skripty v prostředí Android, tedy na mobilních telefonech a tabletech. Není to tedy přímo realtime řízení periferií, ale k možnostem dnešních chytrých telefonů patří velká síťová konektivita, možnost zobrazení dat (graficky) a samozřejmě i sběr a zadávání dat. Kombinace těchto možností vytváří velký potenciál pro různorodé aplikace.

9. Realtime OS

V případech, kdy vyvíjíme aplikaci, kde jsou kladeny požadavky na časová omezení spuštění a vykonání funkcí, hovoříme o RTOS (realtime OS).

Ty mohou být speciální jako např. eCos, FreeRTOS, TRON,... a nebo založené na GNU/Linuxu jako např. RTLinux, RTAI, Xenomai a dnes asi nejvíce propagovaný GNU/Linux + realtime-preempt patch. Všechny uvedené RTOS jsou free.

Mezi proprietární RTOS patří LynxOS, QNX, VxWorks, PikeOS, Windows CE, Win+RTX.

U RTOS jsou důležité hodnoty :

- Interrupt latency – vyvoláno přerušení -> za jak dlouho se spustí obslužná rutina?
- Scheduling latency – proces s největší prioritou je připraven k běhu -> za jak dlouho dostane čas na CPU?
- Jitter – nechtěná proměnlivost periody (chvění)

9.1.RT preempt patch

RT preempt patch [8] je integrální součástí jádra. Mezi jeho výhody patří velká podpora a kontinuita vývoje vzhledem k aktuálním jádrům GNU/Linuxu. Mezi dalšími jsou to :

- Dělá z GNU/Linuxu RTOS
- Běžné userspace programy mohou běžet jako realtime procesy
- Žádné druhé jádro v systému

Toto rozšíření nabízí (mimo jiné) API funkce pro „jemné“ časování - API používá nanosekundy - skutečná přesnost a rozlišení je dáno schopnostmi hardware.

Toto rozšíření má jen nepatrné vlivy na výkon systému.

10. Závěr

Jak je vidět, řešení pro použití Pythonu jako prostředí pro vývoj reálnomých aplikací existují. A to jako softwarové, nebo hardwarové řešení.

Pro použití Gumstick a Raspberry Pi® pro realtime aplikace by bylo možné s rozšířením jádra GNU/Linuxu o RT preempt patch. Bohužel nevím, jak by se toto rozšíření jádra chovalo na procesorech ARM a Cortex, je vyvíjeno hlavně pro platformy intel 32 a 64 bitů.

Citovaná literatura

- [1] E. Python, „Embedded Python,“ 16 12 2012. [Online]. Available: <http://wiki.python.org/moin/EmbeddedPython>. [Přístup získán 16 12 2012].
- [2] PyMite, „PyMite,“ python.org, 16 12 2012. [Online]. Available: <http://wiki.python.org/moin/PyMite>. [Přístup získán 16 12 2012].
- [3] Pyastra, „Pyastra,“ <http://sourceforge.net/projects/pyastra/>, 16 12 2012. [Online]. Available: <http://sourceforge.net/projects/pyastra/>. [Přístup získán 16 12 2012].
- [4] PyMicro, „PyMicro,“ <http://web.media.mit.edu/~nvawter/projects/pyMicro/>, 16 12 2012. [Online]. Available: <http://web.media.mit.edu/~nvawter/projects/pyMicro/>. [Přístup získán 16 12 2012].
- [5] PyMCU, „PyMCU,“ <http://www.pymcu.com/index.html>, 16 12 2012. [Online]. Available: <http://www.pymcu.com/index.html>. [Přístup získán 16 12 2012].
- [6] R. Pi, „Raspberry pi,“ <http://www.raspberrypi.org/>, 16 12 2012. [Online]. Available: <http://www.raspberrypi.org/>. [Přístup získán 16 12 2012].
- [7] Openmonko, „Openmonko,“ http://wiki.openmoko.org/wiki/Main_Page, 16 12 2012. [Online]. Available: http://wiki.openmoko.org/wiki/Main_Page. [Přístup získán 16 12 2012].
- [8] R. p. patch, „RT preempt patch,“ https://rt.wiki.kernel.org/index.php/Main_Page, 16 12 2012. [Online]. Available: https://rt.wiki.kernel.org/index.php/Main_Page. [Přístup získán 16 12 2012].

Seznam obrázků

Obrázek 1 - vývoj pomocí Pyastra – http://projectproto.blogspot.cz/2009/12/python-for-pic-mcus.html	2
Obrázek 2 - PyMCU - http://www.pymcu.com/index.html	3
Obrázek 3 - připojení LED - http://www.pymcu.com/images/img0006.jpg	3
Obrázek 4 - Gumstick board - http://www.gumstix.org/	4
Obrázek 5 - Raspberry Pi - http://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi	4