

AN10955

LPC111X、LPC13XX 软件化的全双工 UART

应用手册

文档信息

信息	内容
关键字	LPC111X, LPC13XX, UART, software
摘要	该文档描述了运行在 LPC111X/LPC13XX 处理器上的软件如何实现标准的通用异步收发 (UART)

深圳市伟博创科技有限公司
Tel:(0755)87240703 83285530
Fax:83240724
<http://www.weboch.com.cn>
<http://www.longdouble.com>

1. 简介

LPC111X、LPC13XX 系列微控制器提供了丰富的通讯接口。每一个微控制器都包含一个片上 UART（通用异步收发）。而实际上，很多实际应用需要更多的 UART。在这种情况下，可以考虑增加一个外部独立的 UART 芯片，软件化的 UART 不仅可以减少物料成本，而且又不占用额外的 PCB 空间。这样，设计人员就可以满足小型化的要求，达到降低成本的目的。该文档描述了全双工 UART 软件化的实现方法。

LPC111X/LPC13XX 的软件 UART 是从 LPC2000 移植而来。软件 UART 的实现原理的细节，请参考 AN10689-LPC2000 software UART。该文档使用 Artists' LPCXpresso 1114 Rev A，LPCXpresso Base Board Rev A evaluation kits 和 Code Red LPCXpresso 3.3.4。值得注意的是，请确保开发板（the Base Board）上的跳线处于正确的位置，特别是热敏元件不是连接到 P1.5, 电位计不是连接到 P0.11。

须知，示例软件包并不是最优的。当增加软件 UART 功能时，可能需要 1KB 的额外空间，在优化代码密度时请注意。在某一特定应用中，如果全双工操作不是必需的，可以裁减没用的 UART 功能达到减小代码体积的目的。

2. 实现

该方案依赖一个通用 32 位定时器（timer），定时器可以在触发一个指定的 pin 的同时，监听另一个 pin 的状态。当启动定时器的捕获和触发功能时，接收程序还要使用定时器的一个匹配寄存器。每一个定时器都有 4 个匹配寄存器，表 1 指明了它们的配置。在本文档中，使用的是 Timer32_0。示例代码中的转换格式见表 2。

Table 1. Match register usage

Timer MRn	Function
MR0	RX
MR1	RX
MR2	Available to user
MR3	TX

该软件方案采用深度可变的先入先出的形式（variable depth FIFOs）作为发送和接收的缓冲。请注意，UART 的波特率以及发送器、接收器的 FIFO 深度，是在编译过程中配置的，并且在运行时无法改变。

LPC111X/LPC13XX 软件化的全双工 UART

Table 2. UART transfer format

Parameter	Value
Start Bits	1
Data Bits	8
Stop Bits	1
Parity	None

演示源代码利用了 LPC111X 和 LPC13XX 的引脚兼容性的优点，在目标平台之间只需要做最少量的修改。表 3 列出了源代码使用的引脚功能。本文档中使用的两个目标评估模块配备了硬件电路以转换外围的 UART 信号到 RS232 或者 USB。软件 UART 引脚必须与这些信号相连接才能与 PC 通信。因为 LPC111X/LPC13XX 的引脚默认使用上拉电阻，P1.6 和 P1.7 必须设置为闲置模式（inactive mode）避免与软件 UART 信号发生冲突。

Table 3. Pin functions

Pin Number	Configuration	Description
P0.11	CT32B0_MAT3	Software Tx
P1.5	CT32B0_CAP0	Software Rx
P1.6	GPIO (Inactive)	RS-232 Driver Rx
P1.7	GPIO (Inactive)	RS-232 Driver Tx
P1.11	Output	CALL indicator (active low)
P3.0	Output	TX_PRO indicator (active low)
P3.1	Output	INT CT32B0 interrupt indicator (active low)
P3.2	Output	INT_TX Tx interrupt indicator (active low)
P3.3	Output	INT_RX Rx interrupt indicator (active low)

3. 软件环境

本文档中包含了几个版本的示例软件工程。这些工程在表 4 所列明的环境中进行测试。示例工程的默认大小（没有优化）列在表 5 中。

Table 4. Tool versions used

Tool	Version	LPC1114 PCB	LPC1343 PCB
LPCXpresso	v3.3.4	LPCXpresso LPC1114 Rev. A, LPCXpresso Base Board Rev. A	LPCXpresso LPC1343 Rev. A, LPCXpresso Base Board Rev. A
IAR C/C++ Compiler for ARM	5.50.0.31878	LPC1114-SK Rev. B	LPC1343-SK Rev. B
Keil C/C++ Compiler	V4.0.0.728	LPC1114-SK Rev. B	LPC1343-SK Rev. B

Table 5. Estimated build size

Tool	Device	Text (Bytes)
LPCXpresso	LPC1114	3632
LPCXpresso	LPC1343	5236
IAR	LPC1114	3636
IAR	LPC1343	3710
Keil	LPC1114	3796
Keil	LPC1343	4216

4. 硬件配置——IAR LPC1114 SK

图 1 所示为一个连线的例子。请注意，跳线连接 P0.11 和 P1.7,使用 20pin 标准连接器进行调试。这样的话不会影响 JLink 调试，但是仍然需要一个外部的调试器，例如 Keil ULINK2，使用 10pin SWD 头。

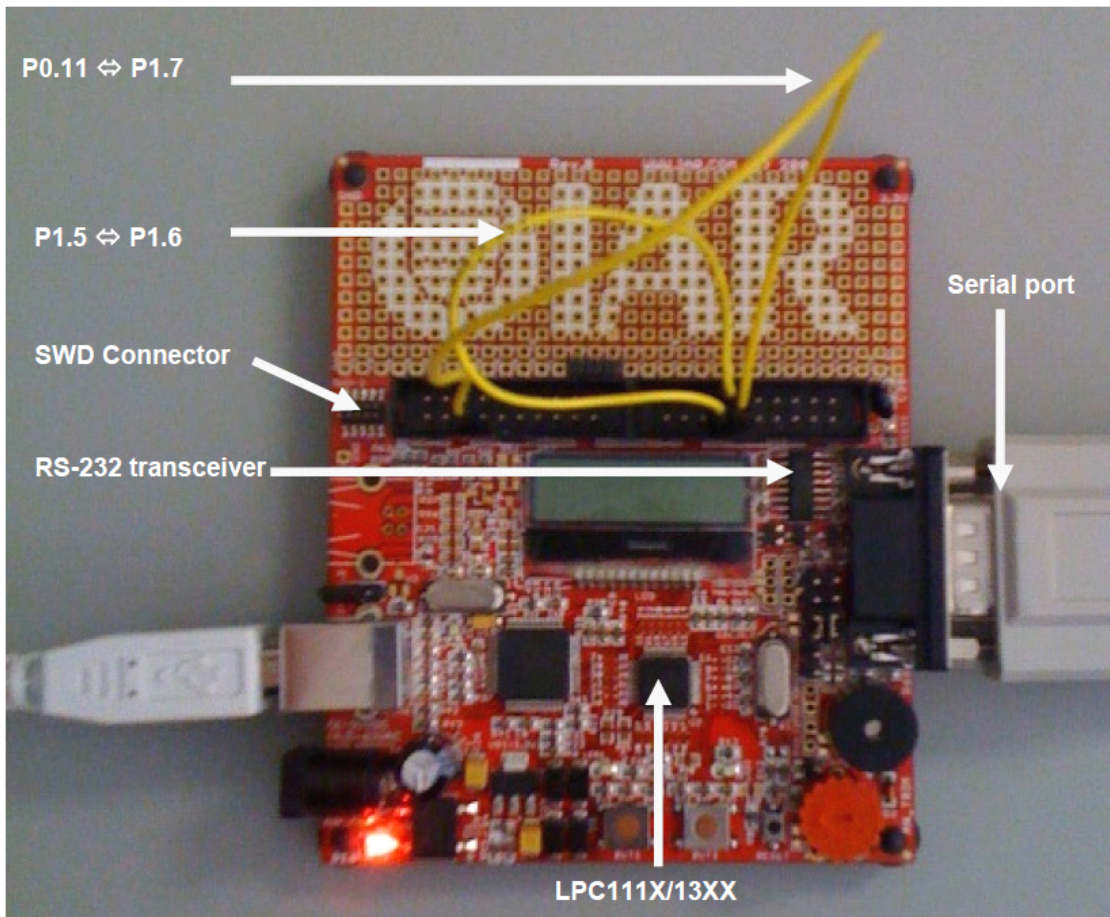


图 1 IAR LPC1114 SK jumpers

5. 硬件配置——LPC1114 LPCXpresso

图 2 所示为软件 UART 信号与 USB 转换芯片的连接方法。

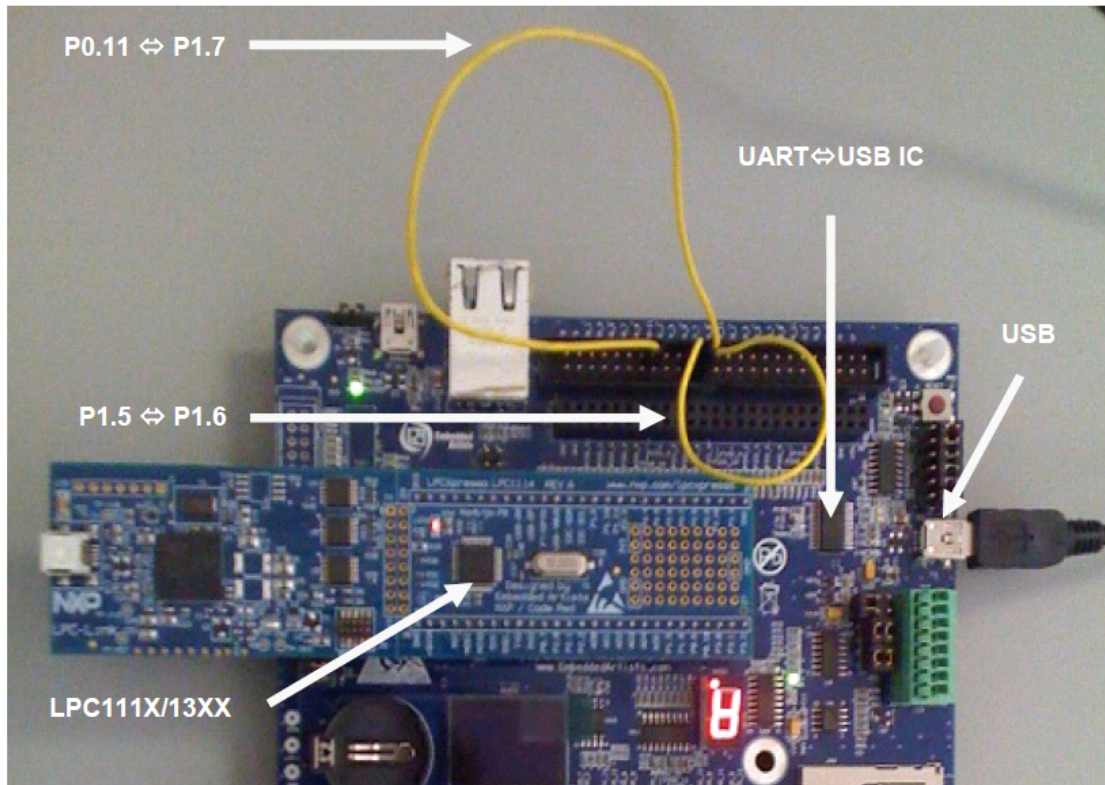


图 2 LPC1114 LPCXpresso and base board jumpers

6. 操作

LPC13XX 系列演示代码在以下几种条件下进行测试：1，没有使用系统的 PLL，连接外部 12MHz 晶振；2，使用系统的 PLL 分别产生 24MHz, 60MHz, 72MHz 系统时钟。LPC111X 系列在以下环境中测试：1，外部 12MHz 晶振；2，使用 PLL 分别产生 24MHz 和 48MHz 系统时钟。

请注意，UART 的波特率依赖于系统时钟频率。因此，系统使用一个不同于示例代码中的 48MHz/72MHz 的时钟频率时，必须在工程源代码中更新 BIT_LENGTH 的定义。例如，在 12MHz 的系统中传送串行数据的速率为 9600bit/s，则 BIT_LENGTH 为： $12000000/9600=1250$ 。如果系统时钟变为 48MHz，BIT_LENGTH 应该改为： $48000000/9600=5000$ 。

演示程序先发出一个用户提示信息，然后进入一个永恒循环，把接收到的字符回传给用户，如图 3 所示。

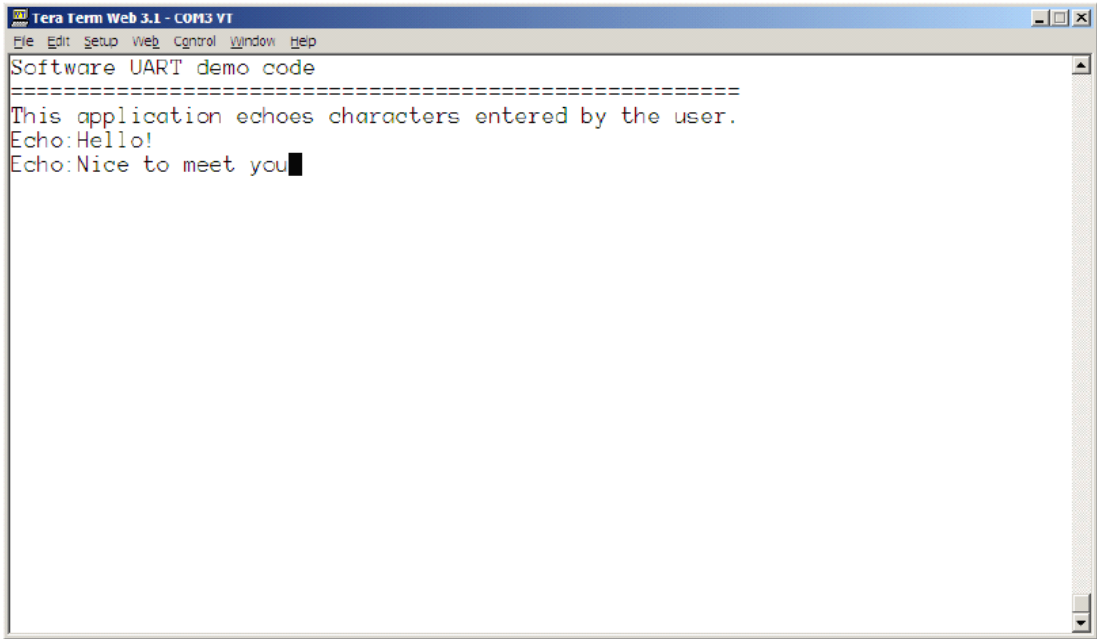


图 3 输出

7. 结果

信号线的示波图(The oscilloscope screenshots)在调试过程中很有帮助。这些类似于 LPC2000 软件 UART，细节请参考 AN10689。表 6 和表 7 所示为，演示程序在不同的系统时钟频率下，波特率最大的速率。

Table 6. LPC111X test results

System clock (MHz)	Max. transmit (bit/s)	Max. receive (bit/s)
12	9600	4800
24	38400	9600
48	57600	19200

Table 7. LPC13XX test results

System Clock (MHz)	Max. transmit (bit/s)	Max. receive (bit/s)
12	9600	4800
24	38400	9600
60	115200	19200
72	115200	38400

8. 结论

尽管部分 LPC11XX/LPC13XX 只配置了单一的 UART，通过这个例程，设计人员使用额外的软件 UART 通道，可以增强产品的性能。采用这种软件化方案，不必在 PCB 上增加额外的 IC，这样既节省了空间，又降低了生产的成本。