

MPLAB® Harmony 3 之基础篇（11）

-- 利用 TCP/IP command 系统服务来调试以太网应用

Microchip Technology Inc.
MCU32 产品部

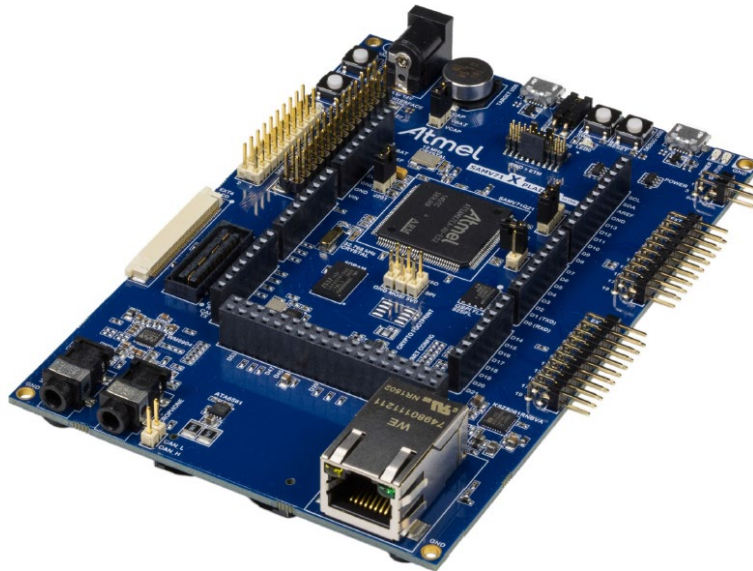
一、 简介

在 Harmony 3 的 TCP/IP Stack 中, 集成了一个非常有用的服务——TCP/IP command。开发者可以利用该服务, 通过调试串口 CONSOLE 服务, 来进行 TCP/IP 的一些基本功能的调试, 可以大大的提升整个应用的开发效率。本文下面就来给大家详细讲解一下怎么使用这个 TCP/IP command 服务。

二、 硬件工具和软件平台

硬件: SAM V71 Xplained Ultra Evaluation Kit

<https://www.microchip.com/DevelopmentTools/ProductDetails/ATSAMV71-XULT>



软件(开发工具和环境的安装和使用, 见“MPLAB® Harmony 3 之基础篇（01） -- Harmony 3 开发环境搭建”):

MPLAB® X: v5.15 或者更新

XC32: v2.15 或者更新

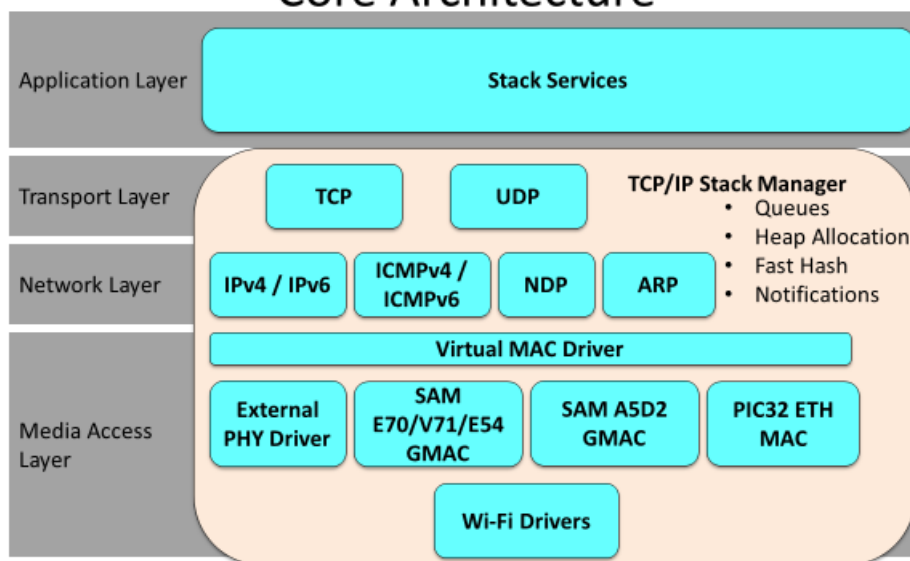
Harmony 3: v3.10 或者更新

三、 详细步骤

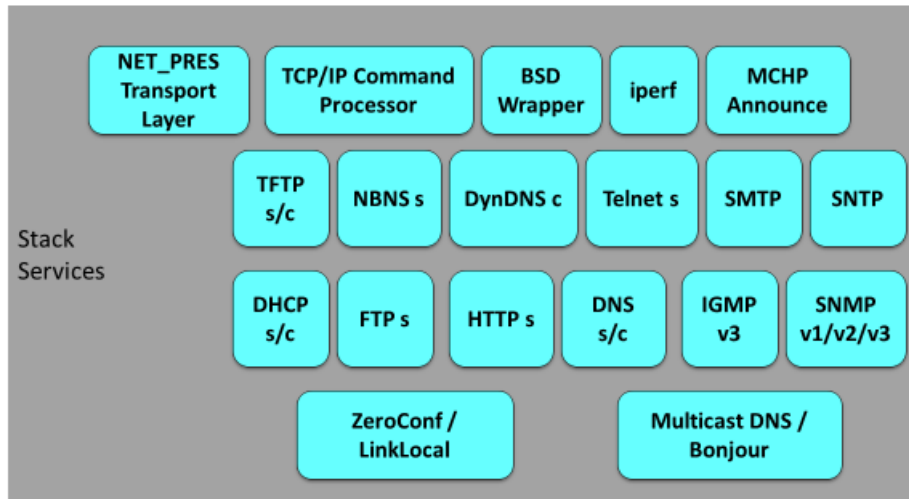
首先我们来了解一下我们需要用到的这一块 SAM V71 Xplained Ultra Evaluation Kit。这块开发板，使用的主控 MCU 是 SAMV71Q21。这是一颗 ARM Cortex-M7 内核的 MCU，主频高达 300MHz，带有 2MB 的 Flash，384KB 的 SRAM。拥有 10/100 Mbps 的 Ethernet Media Access Controller (GMAC)，支持 MII，RMII 接口。开板上带有一颗 KSZ8061 网络 PHY 芯片。该开发板同时自带了 EDBG，可以直接通过 Micro USB 连接电脑，用 MPLAB 进行下载，或者在线调试。同时还有一个虚拟串口，可供打印调试信息。

SAM V71 Xplained Ultra Evaluation Kit 采用的是 RMII 接口，搭配的 PHY 芯片就是板子上自带的 KSZ8061。

Harmony TCP/IP Stack Core Architecture



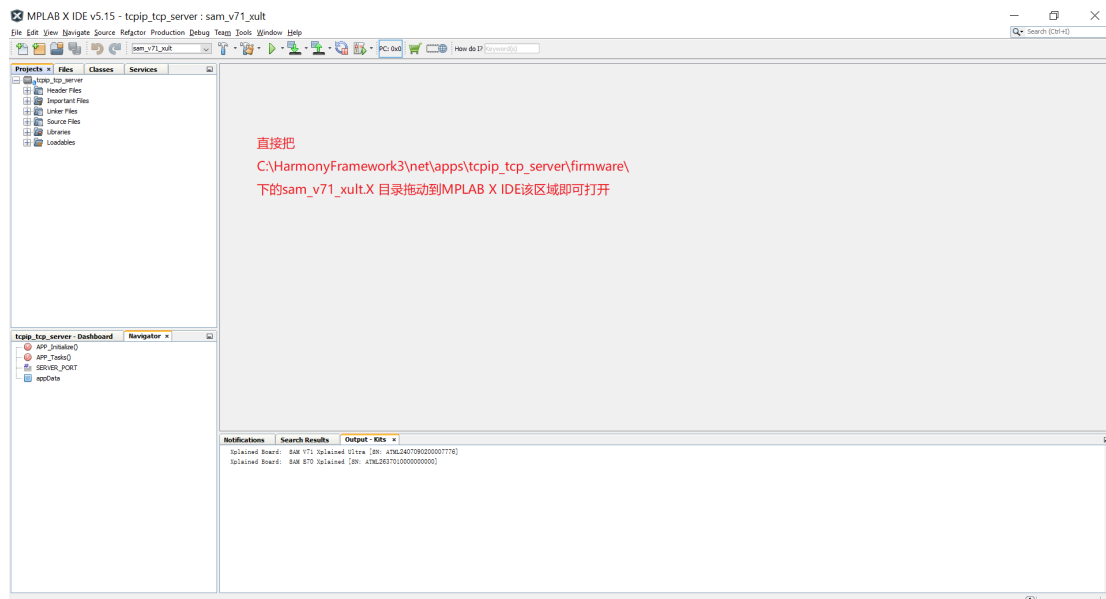
Harmony TCP/IP Stack Services Architecture



Harmony 3 的整个 TCP/IP STACK 功能是非常完善的，而且提供了非常多的服务供开发者使用。

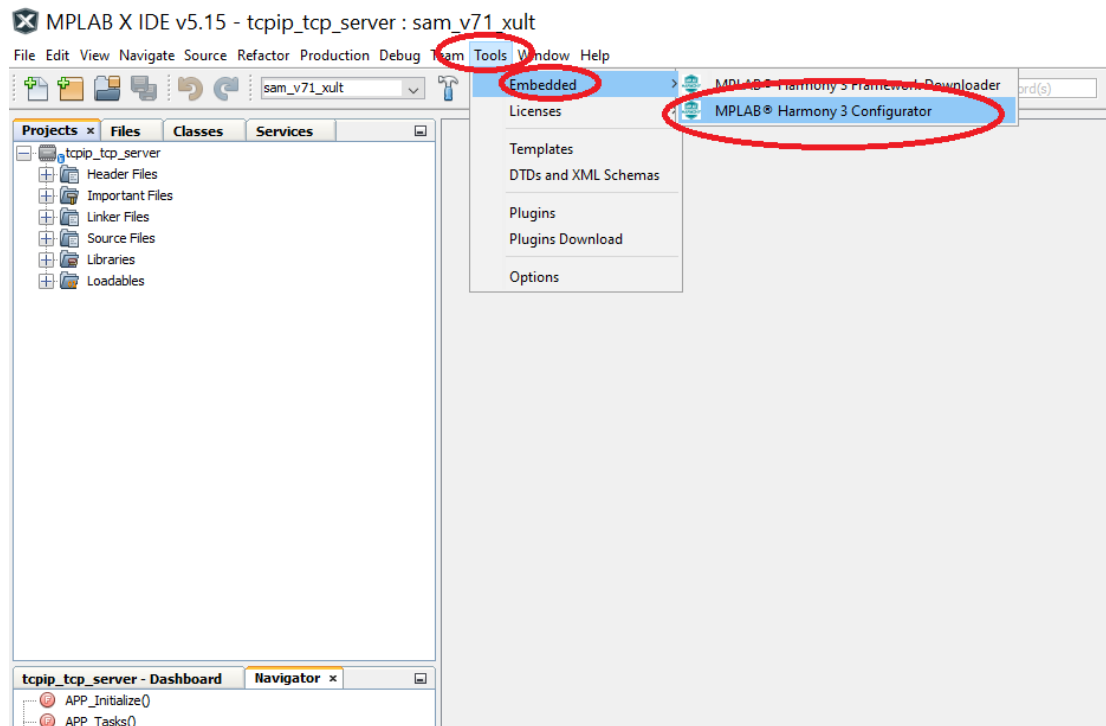
本文利用 Harmony 3 自带的例程来进行演示。该例程包含在下载后的 Harmony 3 的 Framework 目录中，具体的位置是：
Framework 安装目录\net\apps\tcpip_tcp_server
使用的是其中的 sam_v71_xult.X 工程。

(一) 在 MPLAB X IDE 中打开该例程

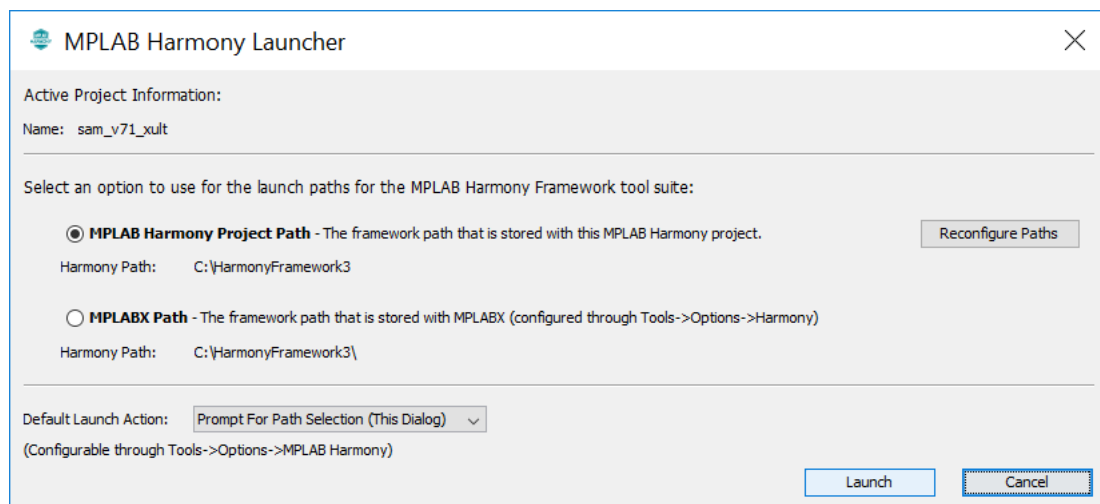


首先在 MPLAB X IDE 中打开例程。

(二) 在 MPLAB X IDE 中打开 MHC



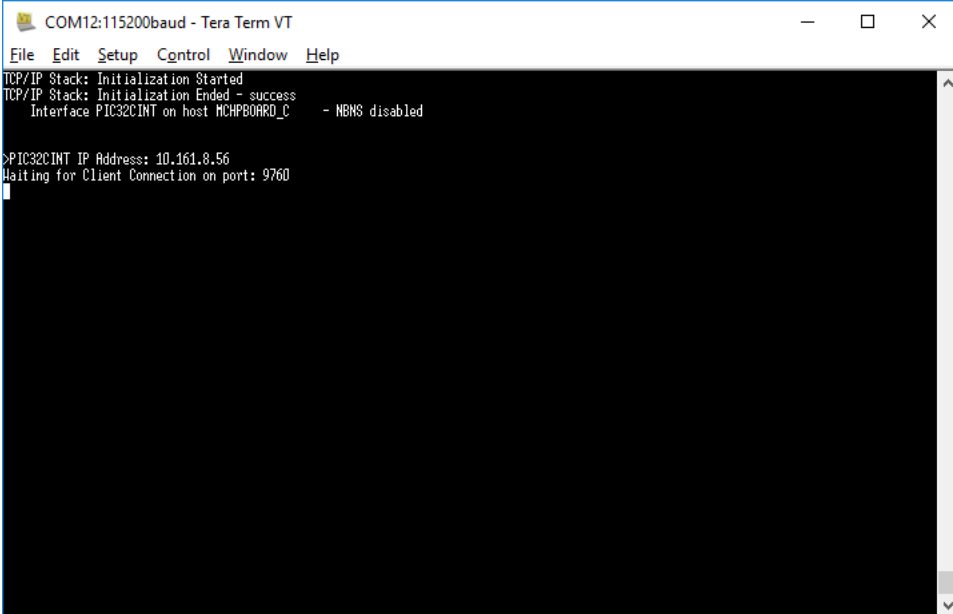
从 MPLAB X IDE 的 Tools 菜单，选择 Embedded，MPLAB Harmony3 Configurator，打开 MHC。



在 TCP/IP STACK 的 BASIC CONFIGURATION 中确认 TCPIP CMD 有被勾选上就可以了。这个就是我们所需要用到的 TCP/IP COMMAND 服务。如果没有，请勾选后选择 MHC 的 GenerateCode 来重新产生代码。

(四) 在 MPLAB X IDE 中调试该例程

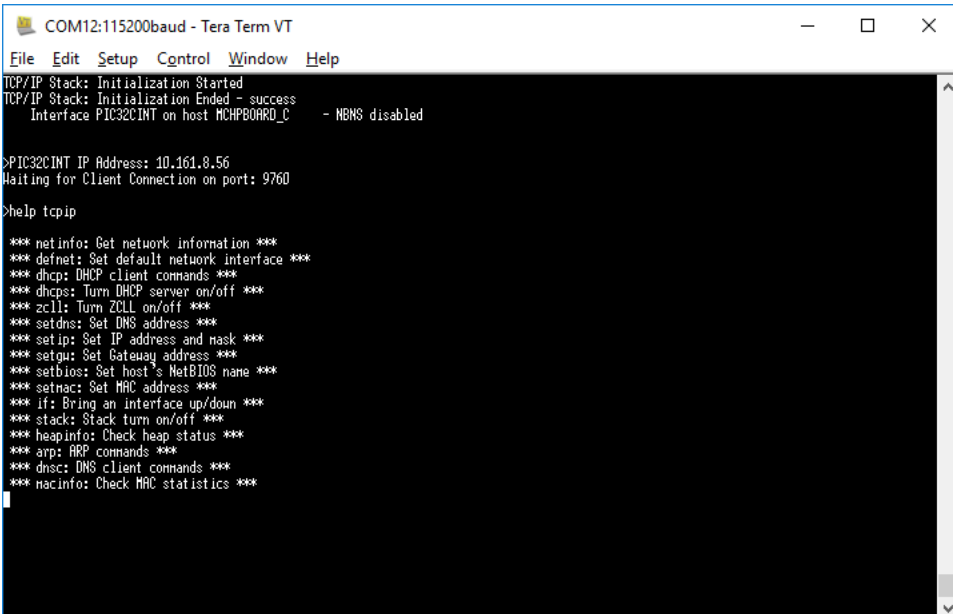
把开发板跟 PC 连接到同一网段。然后把开发板连接到 PC，用串口调试工具连接开发板的虚拟串口。点击 Debug 菜单，Debug Project 开始调试。



```
COM12:115200baud - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
TCP/IP Stack: Initialization Started
TCP/IP Stack: Initialization Ended - success
Interface PIC32CINT on host MCHPBOARD_C - NBNS disabled

>PIC32CINT IP Address: 10.161.8.56
Waiting for Client Connection on port: 9760
```

可以看到一段时间后，串口输出以上信息。说明已经成功运行，并且拿到了当前网络分配的 IP 地址。



```
COM12:115200baud - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
TCP/IP Stack: Initialization Started
TCP/IP Stack: Initialization Ended - success
Interface PIC32CINT on host MCHPBOARD_C - NBNS disabled

>PIC32CINT IP Address: 10.161.8.56
Waiting for Client Connection on port: 9760

>help tcpip

*** netinfo: Get network information ***
*** defnet: Set default network interface ***
*** dhcp: DHCP client commands ***
*** dhcps: Turn DHCP server on/off ***
*** zcfl: Turn ZCLL on/off ***
*** setdns: Set DNS address ***
*** setip: Set IP address and mask ***
*** setgw: Set Gateway address ***
*** setbios: Set host's NetBIOS name ***
*** setmac: Set MAC address ***
*** if: Bring an interface up/down ***
*** stack: Stack turn on/off ***
*** heapinfo: Check heap status ***
*** arp: ARP commands ***
*** dnsc: DNS client commands ***
*** macinfo: Check MAC statistics ***
```

在串口终端敲入 help tcpip 命令，就会列出来当前 TCP/IP command 服务所支持的

调试命令。

(五) 命令解释

- **netinfo:** 显示当前网络接口的配置状态，如下图所示，显示 ip 地址，子网掩码，网关地址，DNS 服务器地址，MAC 地址以及当前网络 link 状态。

```
----- Interface <eth0/PIC32CINT> -----  
Host Name: MCHPBOARD_C      - NBNS disabled  
IPv4 Address: 10.161.8.56  
Mask: 255.255.255.0  
Gateway: 10.161.8.1  
DNS: 10.161.0.11  
MAC Address: 00:04:25:1c:a0:02  
dhcp is ON  
Link is UP
```

- **defnet:** 当系统中拥有多个网络接口时，如以太网和 WIFI。该命令可配置缺省的接口。

```
Usage: defnet <interface>  
Ex: defnet PIC32INT
```

- **dhcp:** 可以打开，关闭 dhcp client 功能，向 dhcp server 申请地址，查看 dhcp client 状态等。

```
Usage: dhcp <interface> <on/off/renew/request/info>  
Ex: dhcp PIC32INT on
```

- **dhcps:** 当 dhcp server 模块被编译到工程中时，可通过该命令使能或去使能 dhcp server 功能。

```
Usage: dhcps <interface> <on/off>  
Ex: dhcps PIC32INT on
```

- **zcil:** link-local 和 zeroconfig 使能和去使能。当主机无法从 dhcp server 分配到地址时，使用 link-local 地址；zeroconfig 帮助电脑能通过 cross over 网线互连。

```
Usage: zcill <interface> <on/off>  
Ex: zcill PIC32INT on
```

- **setdns:** 设置 dns 服务器 ip。

```
Usage: setdns <interface> <x.x.x.x>  
Ex: setdns PIC32INT 255.255.255.0
```

- **setip:** 设置开发板 ip 地址和子网掩码，注意必须先去使能 dhcp 和 zcill 功

能，才能配置 ip。

Usage: setip <interface> <ipv4/6 address> <ipv4mask/ipv6 prefix len>

Ex: setip PIC32INT 192.168.0.8 255.255.255.0

- setgw: 设置网关 ip。
Usage: setgw <interface> <ipv4/6 address> <validTime>
Ex: setgw PIC32INT 192.168.0.1
- setbios: 设置主机的 netbios 名称。
Usage: setbios <interface> <x.x.x.x>
Ex: setbios PIC32INT MCHPBOARD_29
- setmac: 设置主机 mac 地址。
Usage: setmac <interface> <x:x:x:x:x:x>
Ex: setmac PIC32INT aa:bb:cc:dd:ee:ff
- if: 关闭打开网接口。
Usage: if <interface> <down/up>
Ex: if PIC32INT down
- stack: 关闭打开 TCP/IP 协议栈。
Usage: stack <up/down> <preserve>
Ex: stack down preserve
- heapinfo: 查看 TCP/IP 协议栈的堆空间。
Usage: heapinfo 1/2/3
Ex: heapinfo 1
- arp: 管理系统的 arp 缓存。可以删除，显示 arp 条目。
Usage: arp <interface> <r/q/d/l> <ipAddr>
Ex: arp PIC32INT r 192.168.1.105
- dnsc: 管理 dns 服务器信息。
Usage: dnsc <del/info/on/off/lookup>
- macinfo: 查看 mac 层统计数据，如收发包个数，mac 模块的状态。
Interface: PIC32CINT driver statistics
nRxOkPackets: 21393, nRxPendBuffers: 0, nRxSchedBuffers: 0,
nRxErrorPackets: 0, nRxFragmentErrors: 0
nTxOkPackets: 4, nTxPendBuffers: 0, nTxErrorPackets: 0,
nTxQueueFull: 0

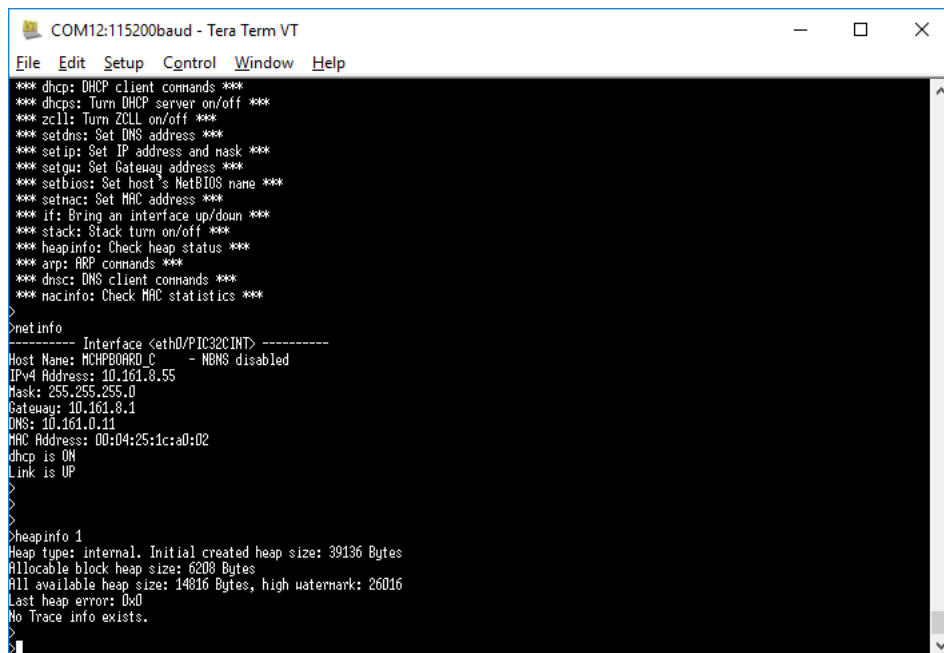
Interface: PIC32CINT hardware statistics

TxOTLO: 0x	334
TxOTHI: 0x	0
TxFTCNT: 0x	4
TxBCFT: 0x	4
TxMFT: 0x	0
TxPFT: 0x	0
TxBFT64: 0x	2
TBFT127: 0x	0

以上就是 TCP/IP command 服务所支持的一系列命令。

(六) 使用示例

下面我们来实际使用一下，首先在 TCP Server 运行之后，我们利用 heapinfo 来查看一下当前的 TCP/IP heap 的使用状况，当前的例程只有一个内部的 heap。



```

COM12:115200baud - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
*** dhcp: DHCP client commands ***
*** dhcps: Turn DHCP server on/off ***
*** zc11: Turn ZC11 on/off ***
*** setdns: Set DNS address ***
*** setip: Set IP address and mask ***
*** setgw: Set Gateway address ***
*** setbios: Set host's NetBIOS name ***
*** setmac: Set MAC address ***
*** if: Bring an interface up/down ***
*** stack: Stack turn on/off ***
*** heapinfo: Check heap status ***
*** arp: ARP commands ***
*** dnsc: DNS client commands ***
*** macinfo: Check MAC statistics ***
>
>netinfo
----- Interface <eth0/PIC32CINT> -----
Host Name: MCHPBOARD_C - NBNS disabled
IPv4 Address: 10.161.8.55
Mask: 255.255.255.0
Gateway: 10.161.8.1
DNS: 10.161.0.11
MAC Address: 00:04:25:1c:a0:02
dhcp is ON
Link is UP
>
>
>heapinfo 1
Heap type: internal. Initial created heap size: 39136 Bytes
Allocable block heap size: 6208 Bytes
All available heap size: 14816 Bytes, high watermark: 26016
Last heap error: 0x0
No Trace info exists.
>

```

然后我们用网络调试助手连上开发板上的 Server。

```
COM12:115200baud - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
*** stack: Stack turn on/off ***
*** heapinfo: Check heap status ***
*** arp: ARP commands ***
*** dnsc: DNS client commands ***
*** macinfo: Check MAC statistics ***
>netinfo
----- Interface <eth0/PIC32CINT> -----
Host Name: MCHPBOARD.C - NMS disabled
IPv4 Address: 10.161.8.55
Mask: 255.255.255.0
Gateway: 10.161.8.1
DNS: 10.161.0.11
MAC Address: 00:04:25:1c:a0:02
dhcp is ON
Link is UP
>
>heapinfo 1
Heap type: internal. Initial created heap size: 39136 Bytes
Allocable block heap size: 6208 Bytes
All available heap size: 14816 Bytes, high watermark: 26016
Last heap error: 0x0
No Trace info exists.
>
>Received a connection
>heapinfo 1
Heap type: internal. Initial created heap size: 39136 Bytes
Allocable block heap size: 6784 Bytes
All available heap size: 14816 Bytes, high watermark: 27712
Last heap error: 0x0
No Trace info exists.
>
```

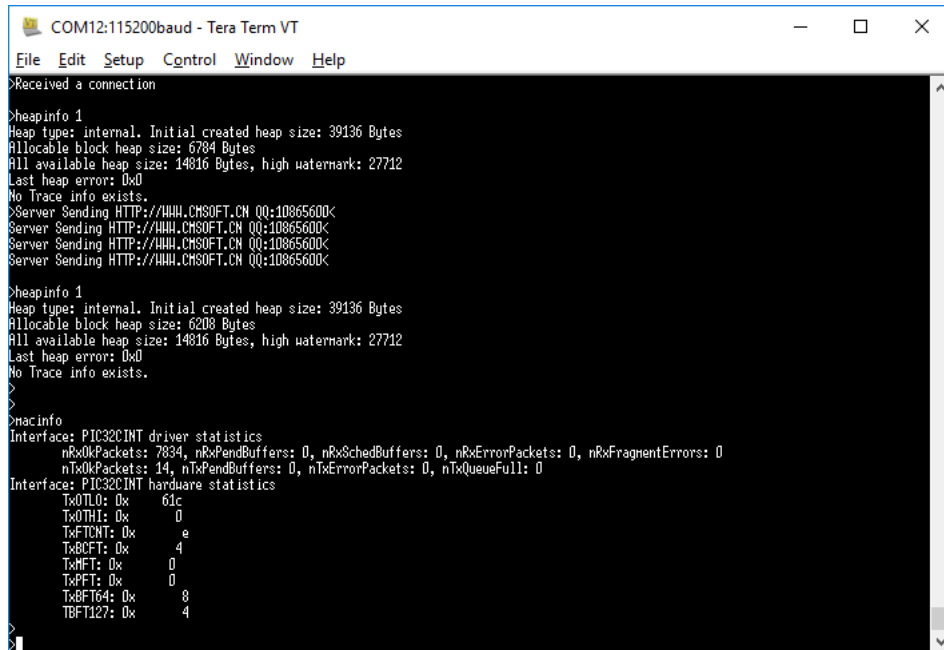
Client 连接上之后，我们在串口终端输入 heapinfo 命令查看当前的 heap 使用状况。可以明显看到，heap 的消耗比之前增多了。而且可以看到 high watermark 比之前有所增大，说明使用峰值也增大了。

然后我们再尝试让 Client 发一些数据，然后在串口终端输入 heapinfo 命令查看当前的 heap 使用状况。

```
COM12:115200baud - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
Gateway: 10.161.8.1
DNS: 10.161.0.11
MAC Address: 00:04:25:1c:a0:02
dhcp is ON
Link is UP
>
>heapinfo 1
Heap type: internal. Initial created heap size: 39136 Bytes
Allocable block heap size: 6208 Bytes
All available heap size: 14816 Bytes, high watermark: 26016
Last heap error: 0x0
No Trace info exists.
>
>Received a connection
>heapinfo 1
Heap type: internal. Initial created heap size: 39136 Bytes
Allocable block heap size: 6784 Bytes
All available heap size: 14816 Bytes, high watermark: 27712
Last heap error: 0x0
No Trace info exists.
>Server Sending HTTP://WWW.CH80FT.CN QQ:10865600<
Server Sending HTTP://WWW.CH80FT.CN QQ:10865600<
Server Sending HTTP://WWW.CH80FT.CN QQ:10865600<
Server Sending HTTP://WWW.CH80FT.CN QQ:10865600<
>heapinfo 1
Heap type: internal. Initial created heap size: 39136 Bytes
Allocable block heap size: 6208 Bytes
All available heap size: 14816 Bytes, high watermark: 27712
Last heap error: 0x0
No Trace info exists.
>
```

这时候 heap 使用也有变化。说明在整个的应用活动期间，heap 是动态变化的。如果我们开发的应用比较复杂的情况下，应该随时关注一下整个 heap 的使用情况，确保不会因为 heap 的空间不够而产生问题。

另外像 `macinfo` 也是非常有用的一个命令。当怀疑网络不通畅，网络状况不好的时候，我们可以查看一下 `macinfo` 的统计数据，看看是否存在收发错包等等的情况。



```
COM12:115200baud - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
>Received a connection
>heapinfo 1
Heap type: internal. Initial created heap size: 39136 Bytes
Allocable block heap size: 6784 Bytes
All available heap size: 14816 Bytes, high watermark: 27712
Last heap error: DxD
No Trace Info exists.
>Server Sending HTTP://WWW.CH30FT.CN QQ:10865600<
Server Sending HTTP://WWW.CH30FT.CN QQ:10865600<
Server Sending HTTP://WWW.CH30FT.CN QQ:10865600<
Server Sending HTTP://WWW.CH30FT.CN QQ:10865600<
>heapinfo 1
Heap type: internal. Initial created heap size: 39136 Bytes
Allocable block heap size: 6208 Bytes
All available heap size: 14816 Bytes, high watermark: 27712
Last heap error: DxD
No Trace Info exists.
>
>macinfo
Interface: PIC32CINT driver statistics
  nRxOKPackets: 7834, nRxPendBuffers: 0, nRxSchedBuffers: 0, nRxErrorPackets: 0, nRxFragmentErrors: 0
  nTxOKPackets: 14, nTxPendBuffers: 0, nTxErrorPackets: 0, nTxQueueFull: 0
Interface: PIC32CINT hardware statistics
  Tx0TL0: 0x 61c
  Tx0TH1: 0x 0
  TxFTWT: 0x e
  TxBCFT: 0x 4
  TxMFT: 0x 0
  TxPFT: 0x 0
  TxBFT64: 0x 8
  TxBF127: 0x 4
```

四、 总结

本文通过 Harmony 3 自带的 TCP/IP 例程，演示了 TCP/IP command 服务。该服务提供了一系列的命令，能够显示当前系统的各种状态和统计数据，动态配置网络接口和协议栈，帮助大家开发和调试以太网应用。