

TSN 测试平台的搭建和应用

小标题

文件编号： 此处输入文档编号

当前版本： 此处输入版本号

编 制： 此处输入文档作者姓名

审 核： 此处输入文档审核人姓名

批 准： 此处输入文档批准人姓名

完成日期： 2019 年 8 月 4 日

（内部文档，未得许可，禁止外传）

本文档版权归上海交通大学智能无线网络与协同控制中心所有。

Copyright © 2018 Center for Intelligent Wireless Networking and Cooperative Control, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai.

文档作者联系方式：xxx (xxx@sjtu.edu.cn); yyy (yyy@sjtu.edu.cn) .

文件修改控制

本章记录文档修改历史。

版本号说明：本文档采用的版本号格式为 a.b.c，其中 a 代表重大的版本变迁，b 代表在 a 版本下的重要内容更新，c 代表关键性的 bug 修复。

编号	文件状态	版本	修改人	审核人	批准人	修改日期	备注
1	新建	1.0	卢宣兆 徐 磊 张延洲	许齐敏		2017.6.15	创建文档架构、更新文档初稿

目 录

第 1 章 TSN 测试平台的目标	7
第 2 章 TSN 评估板的简介	9
2.1 TSN 评估板的构造组成	9
2.2 TSN 评估板的网络连接	10
2.3 TSN 评估板的内部结构图	10
第 3 章 TSN 平台搭建方案	11
3.1 线性拓扑结构	11
3.2 TSN 网络配置	11
3.2.1 TSN 网关设置	11
3.2.2 时间同步配置	12
3.2.3 流转换配置	13
3.2.4 流分配配置	13
3.2.5 队列调度配置	13
3.3 测试软件	13
第 4 章 TSN 平台搭建过程中的问题	15
第 5 章 通用样式	17
5.1 目录结构	17
5.2 文字类	17
5.2.1 字体	17
5.2.2 文字下划线	17
5.3 注解	18
5.4 图表	18
5.4.1 插入图片	18

5.4.2 表格.....	19
5.5 源码.....	19

第 1 章

TSN 测试平台的目标

本平台利用 ADI 公司的 TSN 评估套件，测试在 IEEE 802.1AS 和 802.1 Qbv 标准框架下的数据传输方案，并开发出相匹配的测试软件。

第 2 章

TSN 评估板的简介

2.1 TSN 评估板的构造组成

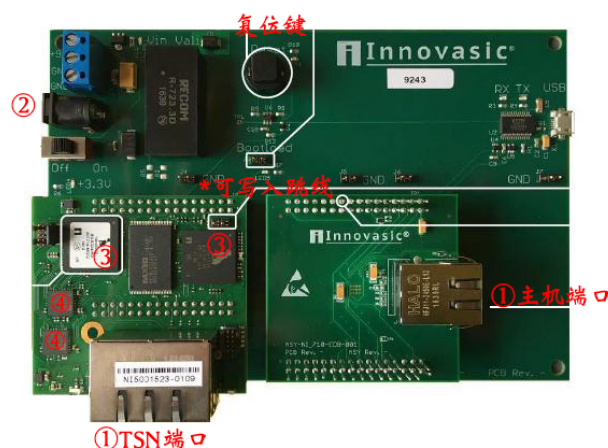


图 2.1-1

- ① 评估板端口：评估板总共有三个端口，位于其中之一是主机端口，位于印刷电路板 (PCB) 较窄的一侧，必须连接现有以太网设备。器件的标准以太网流量转发到交换机 TSN 端口（位于 PCB 较宽的一侧）。这种转发必须在配置任何 TSN 特性之前正常工作；
- ② 电源端口：电路板设计支持 9 V 至 24 V 直流电压，本平台采用 12V-1A 的电源适配器，为电路板提供电源；
- ③ FIDO REM 交换机：它是整个 TSN 评估板套件的核心，是标准以太网设备连接到 TSN 网络的关键部件；
- ④ KSZ8061MNGW:该芯片支持 10BASE/100BASE-TX, 它是一个用于通过非屏蔽双绞线 (UTP) 传输和接收数据的以太网物理层收发器；
- 可写入跳线：修改 MAC 地址时，必须将其短路。

2.2 TSN 评估板的网络连接

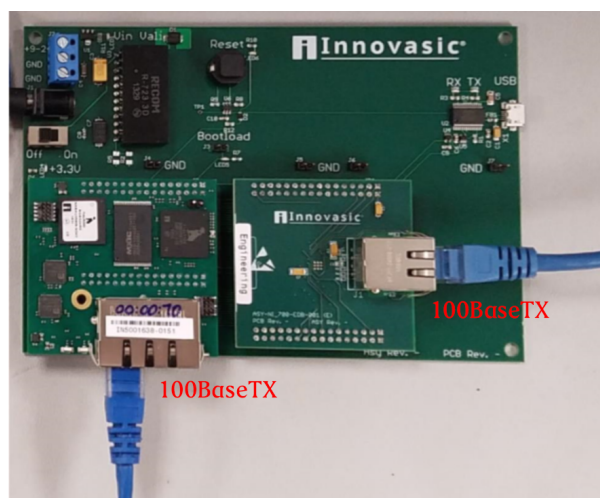


图 2.2-2

- 支持协议: EtherNet/IP, PROFINET RT, ModbusTCP 和 BACnet IP 等;
- 不支持协议: PROFINET IRT, EtherCAT, SERCOS 和 POWERLINK;
- 网络连接: 三个端口均是 100BaseTX; 100 表示传输速率为 100Mbit/s, base 表示采用基带传输, T 表示传输介质为双绞线, 当为 F 时, 代表为光纤; X 为统一传输速率下的不同标准, TX 表示传输介质为 2 对高质量的双绞线。

2.3 TSN 评估板的内部结构图

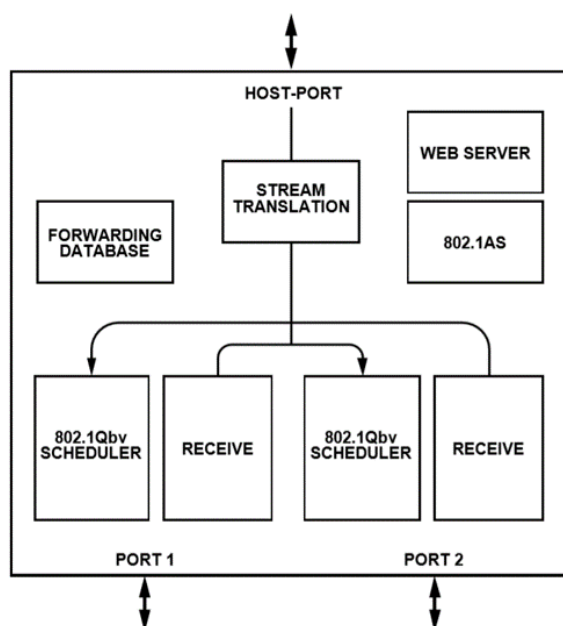


图 2.3-3

第 3 章

TSN 平台搭建方案

3.1 线性拓扑结构

1. 结构组成：摄像头、电脑以及 TSN 评估板；端口 a 代表 TSN 端口，端口 b 代表主机端口；
2. 结构介绍：最左端 TSN 端口链接 PC，最右端 TSN 端口链接摄像头；中间 TSN 评估板构成 TSN 网络，可以连接支持 TSN 的设备；主机端口可以链接支持标准以太网设备。

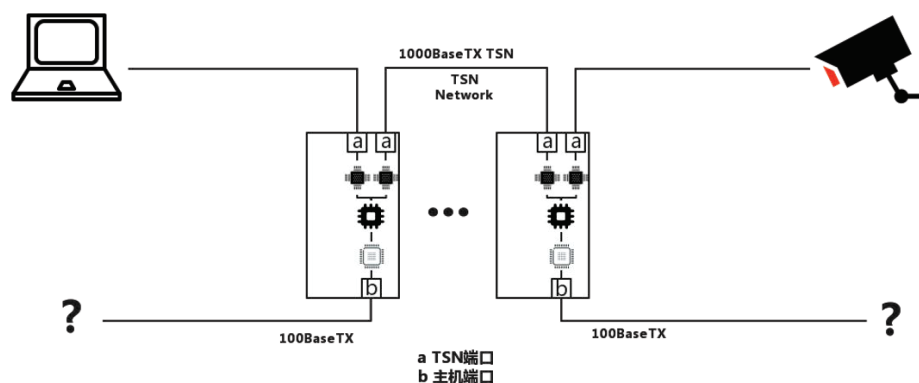


图 3.1-1

3.2 TSN 网络配置

3.2.1 TSN 网关设置

- **TSN 评估板套件 MAC 和 IP 地址的配置：**TSN 评估板套件都配有唯一媒体访问控制 (MAC) 地址和唯一 IP 地址，但是每个 TSN 评估板的初始 MAC 地址 (12:34:56:78:9A:BC) 和 IP 地址 (192.168.1.1) 都一样，因此需要我们自行修改它们的 MAC 地址和 IP 地址；
- **子网掩码的配置：**默认为 255.255.255.0；
- **主机端口 MAC 地址的配置：**在配置界面上的 **Client MAC** 文本框中输入主机端口链接设备的 MAC 地址，实现数据链路层的互联互通。

注意：

1. 在修改上述 MAC 地址和 IP 地址时，首先需要**将可写入跳线短路**，重新上电之后，MAC 地址和 IP 地址才能发生改变！
2. 通过**主机端口无法访问**配置网站，必须将 PC 连接到一个 TSN 端口才能进入配置网站。虽然主机端口连接 PC 时，不能访问该 TSN 评估板的配置网站，但是它可以访问另外**两个 TSN 评估板的配置网站**。原因在于该 PC 其实是连接到另外两个 TSN 评估板的 TSN 端口上。

3.2.2 时间同步配置

- **时钟同步状态灯**:完成上述设置之后,802.1AS 时间同步即可运行:其中一个电路板承担 Grandmaster clock 的角色,标志是其 802.1AS 状态 **LED 变红**;在同步从设备上,当时钟同步已建立时,802.1 状态 **LED 变绿**。
- **查看 AS 状态**:通过 TSN 评估板的配置界面可以查看评估板的状态,若 TSN 评估板是 Grandmaster, Sync State 显示 Grandmaster; 若 TSN 评估板不是宗时钟,如果与宗时钟同步,显示 Synchronized, 否则显示 Unsynchronized。
- **查看端口角色**: 若 TSN 评估板是 Grandmaster, 端口角色框显示均处于主机模式; 若 TSN 评估板不是 Grandmaster, 则一个端口报告处于从机 (slave) 模式, 另外一个端口报告处于主机 (master) 模式;
- **查看端口状态**:如果处于同步状态, 显示 Time Aware; 否则显示 Not Time Aware;
- **时钟宗机的确定**: 启动时, 设备利用最佳主机时钟算法 (BMCA) 选择一个时钟宗机。多数情况下, 这就足够了, 不需要进一步关注。但是, 有些情况下使用固定宗机可能更好。这一部分可以通过本地优先级的修改, 来引导 BMCA 算法选择特定板作为宗时钟。
- **其它配置信息**: 一般按默认值进行操作, 如果个人需要更详细的信息, 可以查看 **TSN 评估板快速入门指南**。

注意：

时钟同步信息数据包从队列 3 传输, 因此, 当使能调度队列时, 802.1AS 服务要求队列 3 在 TAS 周期中的某一时间点打开 (至少分配一个时间窗口给队列 3)。

3.2.3 流转换配置

3.2.4 流分配配置

3.2.5 队列调度配置

3.3 测试软件

变量名	数值	默认值	功能
LogSyncIntervalPortX	[-5,5]	-3	调整同步信息发送速率
LogPdelay_ReqIntervalPortX	[-5,5]	0	调整请求信息的间隔
LogAnnounceIntervalPortX	[-5,5]	0	调整公告信息的间隔
localPriY	[1,248]	248	本地时钟的优先级，修改该值可以成为宗时钟

- 表中 X 为 0 时，代表 Port，X 为 1 时，代表 Port2；Y 为 1 时，代表 Port1，Y 为 2 时，代表 Port2。

第 4 章

TSN 平台搭建过程中的问题

- 三个评估板物理连接后，连接到本 TSN 评估板的 PC 不能进入其它两个评估板的配置网站的可能原因如下：
三个评估板之间的 MAC 地址冲突；
- 主机端口无法访问同一 TSN 套件上的配置网站，但是可以访问另外两个 TSN 评估板的配置网站（前提 1：主机端口 MAC 地址是连接 PC 的 MAC 地址 前提 2：所有评估板之间均通过 TSN 端口进行连接）
- 不能访问摄像头网站的可能原因如下：
MAC 地址不匹配（主机端口配置为摄像头 MAC 地址，只能连接到该主机端口，若连接到 TSN 端口，不能访问摄像头网站）；
MAC 地址冲突（多个 TSN 套件主机端口的 MAC 地址冲突，PC 链接的最近一个主机端口被认为是该 MAC 地址的对应端口，若摄像头在该端口则可以访问，在其他 MAC 冲突的端口则不可访问）。

硬件装置	MAC 地址	IP 地址
摄像头	4C:BD:8F:D3:B0:9D	192.168.1.64
LEI PC	14:DD:A9:03:DF:76	192.168.1.188
Lu PC	54:EE:75:4D:A8:F2	192.168.1.88
Zhang PC	00:E0:4C:68:05:0F	192.168.1.88
TSN 评估板 1		192.168.1.1
TSN 评估板 2		192.168.1.2
TSN 评估板 3		192.168.1.3

分辨率	2048×1440
码率上限	8152Kbps
带宽	5Mbps
帧率	25hz

表 4.0-1 摄像头重要参数

第 5 章

通用样式

5.1 目录结构

本文档支持到三级目录，即：章（chapter）、节（section）、子节（subsection）、子子节（subsubsection）。使用方法如下：

```
章：  
\chapter{此处输入章的标题}  
  
节：  
\section{此处输入节标题}  
  
子节：  
\section{此处输入子节标题}  
  
子子节：  
\section{此处输入子子节标题}
```

5.2 文字类

5.2.1 字体

本文档提供多种字体以供选择。使用方法如下：

```
\kaishu{这是楷体}。 \songti{这是宋体}。 \yahei{这是微软雅黑}。 \heiti{这是黑体}。 \fangsong{这是仿宋}。  
\lishu{这是隶书}。 \youyuan{这是幼圆}。
```

所有字体在 windows 系统中均可用，但仅楷体、宋体和仿宋在 mac 系统和 linux 系统可用。

5.2.2 文字下划线

通过 `uline` 命令为指定的文字添加下划线：

```
这是一段文字，\uline{现在这几个字要加下划线，而且这个下划线是可以跨行显示的，可以通过该命令来实现在  
文档中标注重要的内容}。
```

效果如下：

这是一段文字，现在这几个字要加下划线，而且这个下划线是可以跨行显示的，可以通过该命令来实现在文档中

5.3 注解

可通过以下方法添加注解：

```
\begin{quote}  
\kaishu  
\textbf{注意：}此处可以输入注解，注解可以用来进一步描述图像、图表等文档对象。  
\end{quote}
```

该注解的效果如下所示：

注意：此处可以输入注解，注解可以用来进一步描述图像、图表等文档对象。

5.4 图表

5.4.1 插入图片

在文档中使用到的所有的图片均放置在 pic 目录下，图片的插入方法如下：

```
\begin{figure}[h]  
  \centering  
  \label{structure}  
  \includegraphics[width=0.8\textwidth]{pic/example.jpg}  
  \caption{此处输入插入图片的描述文字}  
\end{figure}
```

效果如下图 5.4.1 所示。



图 5.4-1 此处输入插入图片的描述文

注意:h (here)表示图片的插入位置,即在当前处插入图片,可选的参数包括b(bottom)、t (top)。0.8定义了图片的宽度,即图片宽度为当前文档宽度的80%,图片通过label定义的标签名进行引用。

5.4.2 表格

插入表格的代码如下所示:

```
\begin{table}[htb]
\centering
\label{tableExample}
\begin{tabular}{p{3cm}|p{9cm}}
\hline\hline

\textbf{硬件} & \textbf{配置要求} \\
\hline\hline

硬盘 & 所有节点至少包含 2 块 SATA 硬盘，每块硬盘大小为 1TB，单个节点硬盘之间通过 RAID1 组成磁盘阵列 \\
\hline

内存 & 每个节点每个 CPU 建议配置至少 2GB 内存 \\
\hline

网卡 & 每个节点至少拥有 2 个前兆网卡 \\
\hline

\hline\hline
\end{tabular}
\caption{各节点硬件配置要求}
\end{table}
```

各节点的硬件配置如表 5.4.2所示。

硬件	配置要求
硬盘	所有节点至少包含 2 块 SATA 硬盘，每块硬盘大小为 1TB，单个节点硬盘之间通过 RAID1 组成磁盘阵列
内存	每个节点每个 CPU 建议配置至少 2GB 内存
网卡	每个节点至少拥有 2 个前兆网卡

表 5.4-1 各节点硬件配置要求

5.5 源码

在文档中输入源码、shell 操作等效果如下所示:

```
\kaishu shell 操作
export JAVA_HOME=/usr/java/jdk1.8.0_112
export HBASE_MANAGES_ZK=false
export HBASE_LOG_DIR=/home/hadoop/hbase-1.2.4/logs
export HBASE_PID_DIR=/home/hadoop/hbase-1.2.4/pids
```

\kaishu 源码

```
#include <stdio.h>
int main(){
    printf("Hello Wolrd.\n");
    return 0;
}
```