

# TrDA Infrared Communications

## لیلا چاروقچی

### ۰-۱ - مقدمه

از آنجا که ارتباطات ماورای قرمز بر اساس استاندارد Infrared Data Association، بطور وسیعی در کامپیوترهای شخصی در دسترس قرار گرفته، موقعیتی موثر و ارزان برای ارتباط بی‌سیم برای کلیه سیستمها در مسافت کم بوجود آمده است، استاندارد IrDA در مقایسه با بقیه استانداردها بصورت بسیار سریع گسترش پیدا کرده. این مقاله مختصری در مورد پروتکل IrDA و توضیحاتی درباره استفاده آنها در محیطهای embedded ارائه می‌دهد. IrDA گروهی متشکل از بیش از ۱۵۰ کمپانی هستند که استانداردهای ارتباطی را تعیین می‌کنند که عموماً ارزان، Short-range، Cross-platform، Point-to-Point و با سرعت بسیار بالا باشند. این استانداردها قابل اجرا روی انواع Platform ها هستند.

### ۱ - ۱ - Stack Protocol - در IrDA چگونه است؟

پروتکل‌های ارتباطی تقسیم‌بندیهای بسیاری دارد و به همین جهت به چند لایه تقسیم می‌شوند که هر لایه مسئولیتهای خاص خود را انجام می‌دهد و قابلیت‌های لازم را برای لایه بالایی و پایینی خود فراهم می‌آورد. هنگامی که لایه‌ها را روی هم می‌گذارید پشته پروتکل بوجود می‌آید. که در IrDA بصورت پروتکل‌هایی است که مخصوصاً برای ارتباطات Point-to-Point و Application هایی که در آن محیطها اجرا می‌شوند تشکیل شده. شکل زیر لایه‌های پروتکل IrDA را نشان می‌دهد. لایه‌های این پشته را به دو گروه می‌توان تقسیم کرد: required (لازم) و Optional (انتخابی).

### ۲-۱ - پروتکل‌های required در IrDA

- این لایه‌ها در شکل بصورت سایه زده دیده می‌شوند و شامل موارد زیر می‌باشند:
- لایه فیزیکی: مشخصات Optical، encode کردن دیتا و framing برای سرعتهای مختلف را تعیین می‌کند.
  - IrLAP: Link Access Protocol. ارتباط ابتدایی را برقرار می‌کند.

- IrLMP : Link Management Protocol . سرویسها و Application ها را در ارتباط LAP، Multiplex می‌کند.
- IAS : Information Access Service . “Yellow page” ای از سرویسها برای device تهیه می‌کند.

### پروتکل‌های Optional :

- این پروتکلها در شکل به صورت سایه زده دیده می‌شوند. استفاده از این لایه‌ها به Application های خاصی بستگی دارد. این پروتکلها عبارتند از :
- TinyTP : Tiny Transport Protocol . این لایه Flowcontrol را در هر کانال کنترل می‌کند که عمل بسیار مهمی است و در بسیاری از جاها required (لازم) است.
  - IrOBEX : The Object Exchange Protocol . ارسال آسان فایلها و data object های دیگر.
  - IrCOMM : فعال کردن پورتهای سریال و موازی.
  - IrLAN : دسترسی به Local Area Network برای Laptopها و بقیه Deviceها.
- هنگامی که پشته نشان داده شده در یک سیستم اجرا شود شکل بیشتر همانند شکل زیر خواهد شد :

### ۲-۰ - لایه فیزیکی و framer

#### ۲-۱ - Framer

لایه فیزیکی شامل ترنسیورهای اپتیکال می‌باشد و در ارتباط با خصوصیات و ساختار سیگنالهای ماورای قرمز می‌باشد که شامل encoding بیت داده، داده‌های framing مانند BOF و BEE (ابتدا و انتهای فریمها) و CRC (Cyclic Redundancy Check) می‌باشد. این لایه جزئی‌ترین قسمت است که با سخت‌افزار در ارتباط است.

برای تطبیق دادن پشته با کلیه سخت‌افزارهای روز لایه‌ای نرم‌افزاری به نام framer ایجاد شده است که اولین مسئولیتش این است که فریمهای دریافت شده از سخت‌افزار را قبول کرده و به لایه Link Access Protocol ارائه دهد.

بعلاوه framer مسئول تغییر سرعت سخت‌افزار و فرستادن سیگنال برای آن می‌باشد (این سیگنال هنوز استاندارد نشده است).

### ۳-۰ - Link Access Protocol IrLAP

#### ۳-۱ - IrLAP

بعد از framer لایه IrLAP قرار دارد که به عنوان Link Access Protocol یا به اختصار LAP شناخته شده است. IrLAP یک پروتکل required در IrDA است که معادل لایه ۲ مدل OSI می‌باشد (Data Link Protocol) و بر اساس HDLC (High-Level Data Link Control) و (SDLC)

Synchronous Data Link Control و جزئیاتی برای برخی خصوصیات ارتباطی ماورای قرمز می‌باشد.

IrLAP با استفاده از مکانیزم‌های زیر انتقال داده‌ای reliable دارد.

### انتقال دوباره

- Flow Control در سطح پایین
- تشخیص خطا

با تهیه انتقال داده reliable در سطح پایین لایه‌های بالایی راحت‌ترند و اطمینان دارند که داده آنها منتقل خواهند شد (یا حداقل در غیر این صورت به آنها اطلاع داده خواهد شد) انتقال داده در صورت مسدود شدن مسیر پرتو موفقیت‌آمیز نخواهد بود. به عنوان مثالی شخصی می‌تواند يك فنجان قهوه را در مسیر پرتو ماورای قرمز قرار دهد. IrLAP به لایه‌های بالایی خبر می‌دهد و در نتیجه آنها بطور مناسب با این مشکل برخورد می‌کنند. مثلاً يك برنامه کاربردی که در پشته وجود دارد می‌تواند از طریق يك وقفه قطعی جریان داده را به رابط گزارش دهد. به این طریق User می‌تواند مشکل را رفع کند و فنجان قهوه را جابجا کند، بدون اینکه ارتباط یا داده از بین برود.

### ۲-۳ - خصوصیات محیط

عوامل محیطی متعددی گسترش لایه IrLAP را تحت تأثیر قرار داده‌اند که شامل موارد زیر می‌باشند:

Point-to-Point اتصالات يك به يك هستند. مثل دوربین به PC یا Data Collector به پرینتر رنج آن معمولاً بین صفر تا يك متر متر می‌باشد.

اگرچه تا ۱۰ متر و بالاتر نیز می‌رسد ولی با این حال به حد LAN (many-to-many) نمی‌رسد.

- Half-duplex نور ماورای قرمز و بنابراین داده در يك جهت فرستاده می‌شود. Link جهت‌ها را مرتباً تغییر می‌دهد. و در نتیجه Full-duplex را برای ما تهیه می‌کند (البته در جاهایی که Timing برای ما اهمیت چندانی نداشته باشد).

- مخروط باریک ماورای قرمز

- نورهای مخفی

- مداخله، IrLAP باید کلیه مداخله‌های نور فلورسنت را رد کند که شامل Irdevice‌ها، نور خورشید، پرتوهای ماه و غیره هستند.

- نبود Collision detector. طراحی سخت افزار به گونه‌ای است که برخوردها تشخیص داده نمی‌شوند. به همین جهت نرم‌افزار باید اینکار را بکند.

### ۳-۳ – Roles Within LAP Connection

دو طرف ارتباط LAP يك ارتباط Master-slave با مسئولیتهای متفاوتی دارد که در IrDA اولیه (Master) و ثانویه (Slave) می باشد.

#### ایستگاه اولیه :

- فرستادن فریمهای دستور – ارتباطات و ارسال داده را شروع می کند.
- مسئول کنترل جریان داده
- کنترل خط
- device ها شامل PC ها، PDA ها، دوربین و هر چیزی که احتیاج به پرینت داشته باشد.

#### ایستگاههای ثانویه :

- فریمهای پاسخ را می فرستد و تنها وقتی با آنها صحبت شود جواب می دهند.
  - Device های ثانویه
- در هر اتصال يك Device باید نقش اولیه را ایفا کند و دیگری ثانویه و هیچ يك از طرفین بیش از ۵۰۰ میلی ثانیه نمی توانند صحبت کنند.

### ۳-۴ – مودها

IrLAP با دو مود عملیاتی ساخته شده است که معادل این است که اتصال وجود دارد یا ندارد.

#### ۳-۴-۱ – Normal Disconnect Mode (NDM)

NDM موقعیت Default برای هنگامی می باشد که ارتباط وجود ندارد. در این مود Device باید قانونهای دسترسی رسانه را آشکار کند. مهمتر از همه Device در NDM باید تشخیص دهد که آیا انتقال دیگر وجود دارد یا خیر. برای ایناگر باید منتظر فعالیت باشد. اگر فعالیتی وجود نداشت و در فاصله ۵۰۰ میلی ثانیه شنیده نشد رسانه در دسترس است و می توان ارتباط را برقرار کرد.

#### ۳-۴-۲ – Normal Response Mode (NRM)

NRM مود عملیاتی برای device های متصل است. هنگامی که دو طرف با استفاده از بهترین پارامترهای ارتباطات محاوره می کنند لایه های بالایی پشته دستورات معمول را برای انتقال اطلاعات استفاده می کنند.

### ۳-۵ – فرمت فریمها در IrLAP

فرمت ابتدایی فریمها در IrLAP به صورت زیر می باشد :

از آنجا که جزئیات بسیار زیادی برای بحث درباره فرمت فریم وجود دارد، ارزش چندانی ندارد که فیلد آدرس و کنترل جمعاً فقط دو بایت می‌خواهند.  
IrDA، Overhead بسیار کمی برای داده اضافه کرده است.

### ۶-۳ - بسته‌بندی فریمهای IrLAP

قبل از ارسال، فریمها با اطلاعات فریم بسته‌بندی می‌شوند. سه بسته‌بندی متفاوت در IrLAP استفاده می‌شود که بستگی به سرعت اتصال دارد.

- آسنکرون (ASYNC) فریمینگ : ۹۶۰۰bps تا ۱۱۵۰۲kbps
- سنکرون (SYNC) HDLC فریمینگ : ۵۷۶Kbps و ۱۰۱۵۲Mbps
- سنکرون‌ها PPM فریمینگ : ۴Mbps

### ۷-۳ - دیاگرام اولیه سرویس

دیاگرام اولیه سرویس در شکل مقابل نشان داده شده است.

### ۸-۳ - سرویسهای IrLAP

در خصوصیات IrLAP تعدادی از سرویسها مصرفی شده‌اند. همه سرویسها برای همه deviceها ضروری نیستند و IrLAP مینیمم نیاز را می‌خواهد.  
مهمترین سرویسها شامل موارد زیر می‌باشند :

- Device Discovery
- Partner : Connect خاصی را انتخاب می‌کند و مهمترین پارامترهای ارتباطی را برای دو طرف تهیه می‌کند و اتصال را برقرار می‌کند.
- ارسال داده : نتیجه تمامی این تلاشها با استفاده از پروتکل‌های لایه‌های بالایی.
- Disconnect : بازگشت به NDM و آماده‌سازی برای اتصال جدید.

### ۹-۴ - IrLMP - Link Management Protocol

#### ۹-۴ - IrLMP

لایه IrLMP لایه IrDA را لازم دارد و عملکردهای زیر را انجام می‌دهد :

- Multiplexing
- Discovery در سطح بالا

#### ۹-۴ - IrLMP Terminology

به منظور داشتن اتصالات IrLMP چندگانه در يك اتصال IrLMP باید مکانیزم آدرس‌دهی سطح بالا را داشته باشد.

- LSAP (Logical Service Access Point) نقطه دسترسی به يك سرویس و یا Application از IrLMP
- LSAP-SEL : عدد يك بایتی. این بایت به رنجهای مختلفی تقسیم می شود. 0\*00 سرور IAS می باشد. 0\*01 تا 0\*6F اتصالات مجاز LMP می باشد و 0\*70 سرویسهای اتصال می باشند و بقیه برای استفاده های آتی هستند.

#### ۳-۴ - سرویسهای IrLMP

در اینجا سرویسهایی را که در IrLMP مشخص شده را توضیح می دهیم.

- Device Discovery
- Connect
- Data
- Disconnect

#### ۴-۴ - فرمت فریمها

IrLMP دو بایت زیر را به اطلاعات فریمها اضافه می کند.

- C : فاصله بین فریمهای داده و کنترل می باشد.
- r : رزرو شده است.
- DLSA-SEL . آدس سرویس
- SLSA-SEL : برای ارسال کننده فریم جاری

#### ۵-۵ - The Information Access Service. IAS

##### ۵-۱ - Yellow page برای سرویسها و Applicationها

IAS همانند Yellow page برای Deviceها عمل می کند. IAS از Client و Server تشکیل شده است.

Client درباره سرویسهایی که روی بقیه deviceهایی که از IAP استفاده می کنند تحقیق می کند. Server می داند که چگونه به تحقیقات IAS Client جواب دهد.

##### ۵-۲ - مدل اطلاعاتی IAS

پایه اطلاعات IAS مجموعه ای از Objectهایی است که توضیحاتی درباره سرویسهای آماده برای اتصالات دارد.

Object اطلاعات اساسی از يك class name و يك attribute دیگر تشکیل شده که مشابه yellow page های دفتر تلفن می باشد. IAS object از قسمتهای زیر تشکیل شده است :

- اسم کلاس
- Attribute
- تا ۲۵۶ attribute
- تایپ‌های attribute
- Uses string
- Octet sequence
- Signed integer

### ۳-۵ - گرفتن اطلاعات با استفاده از IAS

چند عملیات IAS وجود دارد که در IrLMP تعیین شده‌اند، ولی آنکه بیشتر استفاده می‌شود و بیشتر لازم است Get Value By Class نام دارد.

### مبحث پرسشهای IAS

- طول نام کلاس
- نام کلاس
- طول نام attribute
- نام attribute

### نتیجه‌ها

- کد بازگشت
  - ۰ - موفقیت
  - ۱ - کلاسی اینگونه وجود ندارد.
  - ۲ - چنین attribute ای وجود ندارد.
- اگر که نتیجه موفقیت را نشان دهد اطلاعات زیر باز می‌گردد.
- طول لیست
  - لیست نتایج
  - شناسه شیء
  - ارزش attribute

### ۶-۱ - Tiny TP-the Ting Transport Protocol

#### Tiny TP - ۱-۶

برای قرار دادن Ting TP در پرسپکتیو مناسب‌تر است لایه‌های بحث شده را مروری نماییم :

- لایه فیزیکی نیازهای سخت‌افزاری را تعریف می‌کند و عمل Framing را در سطح پایینی انجام می‌دهد.
- IrLAP اتصالی reliable و بی‌شکلی را فراهم می‌کند.
- IrLMP سرویسها را Multiplex می‌کند و Yellow page‌های IAS را فراهم می‌کند.
- Tiny TP (TTP) لایه اختیاری IrDA می‌باشد ولی از آنجا که بسیار مهم است، لایه ضروری می‌باشد. TTP موارد زیر را فراهم می‌کند :
  - Flow control در هر اتصال LMP
  - SAR (Segmentation & Reassembly)
- TTP يك بایت به هر IrLMP برای انجام کارهایش اضافه می‌کند.

#### ۶-۲ – Tiny TP Flow Control

Flow control در هر کانال مهمترین استفاده TTP می‌باشد. اگر Flow control در هر اتصال IMP اجرا شود (با استفاده از Tiny TP) يك طرف می‌تواند بایستد و اطلاعات را تحلیل کند بدون آنکه طرف مقابل ضرری ببیند.

#### ۶-۳ – Flow control در TTP چگونه کار می‌کند؟

اگرچه توضیحات بالا در مورد فرستنده و گیرنده به گونه‌ای صحبت می‌کند که گویی کارهای آنها ثابت است، این برای هر دو طرف فرستنده و گیرنده معمول است که ارسال و دریافت کنند.

#### ۶-۴ – Segmentation and Reassembly

عملکرد دیگر TTP، SAR نامیده می‌شود. نظریه اساسی این است که TTP داده را به قسمتهای کوچکتری می‌شکند و در طرف دیگر آنها را دوباره به هم می‌چسباند. داده تقسیم شده و دوباره پیونده داده شده SDU یا Service Data Unit نامیده می‌شود.

#### ۶-۵ – Tiny TP Service Primitives

همانند لایه‌های IrLAP و IrLMP، عملکردهای TTP سرویسهای اولیه شناخته شده‌اند.

- Connect : اتصال و تحقیق ماکزیمم اندازه SDU
- Disconnect
- Data
- Local Flow Control
- Udata، داده غیر قابل اعتماد.



سرویسهای اولیه TTP روی هسته اولیه LMP تمرکز می‌کند. اتصال، ارسال و قطع اتصال.

## ۶-۶ - فرمتهای فریمهای TTP

دو فرمت استفاده شده در TTP، Connect Packet و Data Packet نامیده می‌شوند.

## ۰-۷ - IrDa Lite – IrDA Gets Small

### IrDA Lite – ۱-۷

تا اینجا ما لایه‌های Protocol Stack را در IrDA مورد بحث قرار دادیم. این مبحث در مورد خصوصیتی بحث می‌کند که لایه جدیدی را نمی‌سازد ولی لایه‌هایی را که تاکنون مورد بحث قرار گرفته تغییر می‌دهد.

IrDA Lite یک سری استراتژی را در مورد طراحی و گسترش شرح می‌دهد که روی هم رفته کوچکترین روش انجام ارتباطات مبتنی بر اتصال را به ما می‌دهد. طبیعت اندازه پشته ما به طور زیادی به سخت افزار، نرم افزارها و قابلیت‌های تیم تهیه بستگی دارد.

## ۰-۸ - IrOBEX. Object Exchange Protocol

### IrOBEX – ۱-۸

IrOBEX یک لایه پروتکل اختیاری است که برای فعال کردن سیستم‌های با همه اندازه و نوع برای exchange داده و دستورهای زیاد و متفاوت در استانداردها طراحی شده است، که یکی از معمولترین برنامه‌های کاربردی در PCها را آدرس‌دهی می‌کند. یک arbitrary data object را گرفته و آن را به هر device که اشعه ماورای قرمز به سوی آن است می‌فرستد.

## ۲-۸ - خصوصیات پروتکل IrOBEX

OBEX برای Package کردن اطلاعات یک ارتباط IrDA ساخته شده است و بعدها به منظورهای زیر طراحی شد:

- Simple که اکثر applicationهای لازم را ساپورت می‌کند.
- Compact زیر ۱K یا سیستمهای کوچک.
- Data handling. Flexible برای استاندارد کارخانه‌ها و انواع معمول
- Extensible and Debug-able
- روی IrDA کار می‌کند ولی مستقل انتقال می‌دهد.

## ۳-۸ - جزئیات پروتکل IrOBEX

استاندارد OBEX از قسمت‌های زیر تشکیل شده:

- مدل Session. قانون محاوره جابجایی Objectهاست.

- مدل Object
- راهنمایی‌های استفاده و جزئیات
- معرفی Session های جدید.
- معرفی Object های جدید.

## ۹-۰ - IrCOMM-Serial and Parallel Port Emulation

### ۹-۱ - IrCOMM

هنگامی که استاندارد IrDA گسترش یافت تمایل زیادی بود تا به application های PC اجازه دهد تا از پورتهای موازی و سریال برای اعمال ماورای قرمز استفاده شود. این برنامه‌های کاربردی مجموعاً "Legacy applications" نامیده می‌شوند که شامل پرینت کردن، انتقال فایل مثل LapLink یا CarbonCopy می‌باشند.

اگرچه ارتباطات ماورای قرمز IrDA به طور محسوسی با ارتباطات سریال و موازی متفاوت است، به عنوان مثال هر دو پورتهای سریال و موازی دارای مدارهایی هستند که سیگنال را از خود عبور می‌دهند. و در مقابل ماورای قرمز پرتوای از نور است و تمامی اطلاعات باید در LMP یا لایه‌های بالاتر fit شود.

استاندارد IrCOMM برای حل این مشکلات بوجود آمده. کلید اصلی IrCOMM توضیحی است که Control channel نام دارد. در شکل پشته IrCOMM روی IrLMP و Tiny TP قرار دارد. IrCOMM یک پروتکل اختیاری در IrDA می‌باشد که برای application های خاصی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ۹-۲ - انواع سرویسهای IrCOMM

- 3-Wire Raw : فقط داده را می‌فرستد. اطلاعات مداری nondata وجود ندارد در نتیجه کانال کنترل وجود ندارد.
- 3-Wire : استفاده از مینیمال از کانال کنترل و از Tiny TP استفاده می‌کند.
- 9-Wire : از کانال کنترل برای استاندارد RS-232 استفاده می‌کند.
- Centronics : از کانال برای Centronics استفاده می‌کند.

### ۱۰-۰ - IrLAN-LAN access

#### ۱۰-۱ - IrLAN

آخرین پروتکل اختیاری بحث شده IrLAN می‌باشد.  
IrLAN سه مدل عملیاتی دارد :  
کامپیوتر را برای دسترسی به LAN فعال می‌کند.

دو کامپیوتر را از طریق LAN متصل می‌کند.  
کامپیوتر را از طریق کامپیوتر دیگر به LAN متصل می‌کند.

#### Summary – ۰-۱۱

پشته پروتکل IrDA امروزه روی کامپیوترها در دسترس می‌باشد.  
Windows95 ، Windows 3X ، Machintosh ، و برخی PDAها.