



مستند پروتکل NFC

گردآورنده: امین داودآبادی
استاد: دکتر فصحتی

1. کاربرد پروتکل NFC و دلیل توسعه آن

پروتکل NFC (Near Field Communication) یک فناوری ارتباطی بی‌سیم با برد کوتاه است که برای تبادل داده بین دستگاه‌های نزدیک به هم (حداکثر چند سانتی‌متر) استفاده می‌شود. این پروتکل برای کاربردهایی مانند پرداخت‌های بدون تماس، جابجایی داده‌ها، احراز هویت و دسترسی ایمن توسعه داده شده است. دلیل توسعه NFC تسهیل ارتباط سریع، ایمن و بدون نیاز به تنظیمات پیچیده میان دستگاه‌ها بوده است. این فناوری بر اساس استانداردهای RFID (Radio Frequency Identification) ساخته شده و امکان ارتباط دوطرفه را فراهم می‌کند.

2. لایه فیزیکی، مدارات و سیگنالینگ در NFC

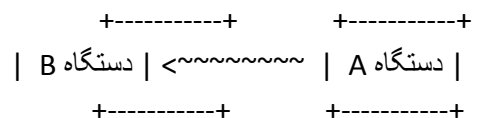
لایه فیزیکی NFC شامل دو جزء اصلی است:

- **دستگاه فعال (Active Device):** مانند گوشی هوشمند یا پایانه پرداخت که خود انرژی لازم برای ارسال داده را تأمین می‌کند.
- **دستگاه غیرفعال (Passive Device):** مانند کارت‌های NFC که انرژی خود را از میدان الکترومغناطیسی تولیدشده توسط دستگاه فعال دریافت می‌کنند.

سیگنالینگ در NFC بر اساس القای الکترومغناطیسی کار می‌کند که در فرکانس 13.56 مگاهرتز عمل می‌کند. از کوپلینگ القایی برای تبادل اطلاعات استفاده می‌شود که به صورت مشابه با RFID عمل می‌کند.

آیا NFC از سیگنالینگ تفاضلی استفاده می‌کند؟

خیر، NFC از سیگنالینگ تفاضلی (Differential Signaling) استفاده نمی‌کند، بلکه از یک میدان مغناطیسی و القای الکترومغناطیسی برای انتقال داده بهره می‌برد. در شکل زیر، مدار ساده‌ای از ارتباط NFC نمایش داده شده است:



اتصالات ضروری و اختیاری در NFC

- **اتصالات ضروری:** شامل مدار تشدید (Resonance Circuit)، سیم‌پیچ (Antenna Coil) و ماژول انتقال/دریافت (Transceiver Module) است.
- **اتصالات اختیاری:** می‌تواند شامل تقویت‌کننده‌های سیگنال و ماژول‌های امنیتی برای افزایش ایمنی داده‌ها باشد.

3. نوع ارتباط، انکودینگ و نحوه تولید سیگنال در NFC

ارتباط سریال یا موازی؟ ارتباط در NFC به صورت سریال انجام می‌شود، زیرا داده‌ها به صورت دنباله‌ای از بیت‌ها ارسال و دریافت می‌شوند.

نوع انکودینگ NFC از روش‌های مختلف انکودینگ مانند **Manchester** و **Modified Miller Encoding** **Encoding** بسته به حالت ارتباطی استفاده می‌کند. در این روش‌ها، تغییرات در دامنه و فاز موج حامل برای نمایش داده‌ها استفاده می‌شود.

نحوه تولید سیگنال و روش انتقال روش تولید سیگنال در NFC بر اساس مدولاسیون میدان الکترومغناطیسی است. برای انتقال داده، از روش‌های **ASK (Amplitude Shift Keying)** و **OOK (On-Off Keying)** استفاده می‌شود.

ارتباط در NFC به دو روش می‌تواند انجام شود:

- **همزمان (Synchronous)** در صورت استفاده از روش مبتنی بر پردازش سیگنال لحظه‌ای.
- **ناهمزمان (Asynchronous)** در صورت استفاده از روش‌های بسته‌ای مانند **NFC Data Exchange Format ((NDEF**.

در شکل زیر نحوه مدولاسیون ASK برای انتقال داده در NFC نمایش داده شده است:

سیگنال اصلی:

سیگنال مدوله شده:

--__--__--__--__--__--

این نشان می‌دهد که تغییر دامنه برای نمایش داده‌ها استفاده می‌شود.

4. قابلیت اتصال چندین دستگاه/ماژول سخت‌افزاری

پروتکل NFC به طور معمول برای ارتباط نقطه به نقطه طراحی شده است و قابلیت اتصال چندین دستگاه به‌طور همزمان را ندارد. هرچند، از فناوری‌های مانند **NFC Peer-to-Peer** می‌توان برای ارتباط میان دو دستگاه استفاده کرد.

چرا NFC برای اتصال چندین دستگاه در نظر گرفته نشده است؟

- محدوده کوتاه ارتباط (چند سانتی‌متر) مانع از کاربردهای شبکه‌ای گسترده می‌شود.
- مدیریت برخورد داده‌ها در NFC پیچیده است و این فناوری برای ارتباط همزمان چندین دستگاه طراحی نشده است.
- NFC به جای مسیریابی، برای تبادل مستقیم داده بین دو دستگاه به کار می‌رود.

5. آدرس‌دهی و مسیریابی در NFC

پروتکل NFC شامل ویژگی‌های آدرس‌دهی و مسیریابی نیست، زیرا این فناوری برای ارتباطات کوتاه‌مدت و نقطه‌به‌نقطه توسعه یافته است. در NFC نیازی به مسیریابی نیست، زیرا ارتباط همیشه بین دو دستگاه خاص در محدوده نزدیک برقرار می‌شود. این امر باعث افزایش امنیت و کاهش پیچیدگی ارتباطی در این پروتکل شده است.

6. مدیریت جریان داده در NFC

مدیریت جریان داده در NFC از طریق پروتکل‌های لایه پیوند داده (LLCP - Logical Link Control Protocol) انجام می‌شود. این پروتکل با استفاده از کنترل جریان، از ارسال بیش از حد داده جلوگیری کرده و ارتباطات را هماهنگ می‌کند.

7. نحوه تشخیص و تصحیح خطا در NFC

پروتکل NFC از کد CRC (Cyclic Redundancy Check) برای تشخیص خطا در داده‌های منتقل شده استفاده می‌کند. تشخیص خطا معمولاً در لایه داده انجام می‌شود، اما برخی از پیاده‌سازی‌ها می‌توانند خطای لایه فیزیکی را نیز شناسایی کنند.

- شناسایی خطا: از CRC-16 برای تشخیص داده‌های خراب شده در طول انتقال استفاده می‌شود.
- هندلینگ ارور: بسته‌های داده‌ای دارای خطا دوباره درخواست و ارسال می‌شوند (Retransmission).
- ریکآوری داده بعد از ارور: در صورت شناسایی خطا، دستگاه گیرنده درخواست ارسال مجدد داده را صادر می‌کند.

8. انواع پیام در NFC و فرمت آنها

در NFC پیام‌ها به چند نوع کلی تقسیم می‌شوند:

- NDEF (NFC Data Exchange Format): شامل فرمت استاندارد برای تبادل داده.
- Control Messages: پیام‌هایی برای مدیریت ارتباط و تأیید انتقال داده‌ها.

فرمت NDEF شامل موارد زیر است:

| Header | Type | Payload Length | Payload |

هر فیلد نقش خاصی در انتقال داده و مدیریت ارتباط دارد.

پکت‌های دیتا چگونه مدیریت و ارسال میشوند؟

در NFC، مدیریت و ارسال پکت‌های داده از طریق پروتکل LLCP (Logical Link Control Protocol) انجام می‌شود که مسئول کنترل ارتباط منطقی بین دستگاه‌ها است. این فرآیند شامل مراحل زیر است:

1. ایجاد ارتباط: دو دستگاه NFC ابتدا از طریق فرآیند کشف (Discovery) یکدیگر را شناسایی می‌کنند.
2. مذاکره پروتکل: دستگاه‌ها بر سر پارامترهای ارتباطی مانند سرعت داده و روش انتقال توافق می‌کنند.
3. بسته‌بندی داده: داده‌ها در بسته‌های NDEF (NFC Data Exchange Format) بسته‌بندی شده و آماده ارسال می‌شوند.
4. ارسال داده: داده‌ها از طریق لایه فیزیکی NFC با استفاده از روش‌های مدولاسیون مناسب ارسال می‌شوند.
5. تأیید دریافت: دریافت‌کننده بسته‌های دریافتی را بررسی کرده و در صورت خطا، درخواست ارسال مجدد (Retransmission) می‌دهد.

LLCP تضمین می‌کند که بسته‌های داده‌ای بدون تداخل و به‌طور بهینه بین دستگاه‌های NFC منتقل شوند.