

دانشگاه زنجان

پایان نامه کارشناسی

گرایش برق - مخابرات

عنوان:

بررسی خطای برستی و روش های تصحیح آن در

مخابرات

استاد راهنما: جناب دکتر مصطفوی

نگارنده: امیر رجبی

بهمن ۹۲

عنوان	صفحه
پیش گفتار	۱
مقدمه	۱
فصل اول؛ مخابرات دیجیتالی	
۱-۱ مزایای مخابرات دیجیتالی	۱
۱-۲ مخابرات دیجیتالی	۲
۱-۳ انتقال داده از کانال مخابراتی	۲
۱-۴ کانال HF	۲
فصل دوم؛ خطا و انواع آن	
۲-۱ خطا	۵
۲-۲ انواع خطا	۵
فصل سوم؛ خطای تک بیت و خطای پرست	
۳-۱ خطای تک بیت	۷
۳-۲ خطای پرست	۷
۳-۲-۱ پیدا کردن خطای پرست	۸
۳-۲-۱-۱ پرست به طول l	۸
۳-۲-۱-۲ پرست چرخشی به l	۹
۳-۲-۱-۳ توصیف پرست	۹
۳-۳ تعریف ریاضی پرست	۱۰
فصل چهارم؛ شناسایی خطای پرست	
۴-۱ کدهای چندجمله ای برای پیدا کردن خطا	۱۲
۴-۲ ریشه های چندجمله ای و اعداد اول	۱۳
۴-۳ پیدا کردن خطا به وسیله کدهای CRC	۱۳
۴-۳-۱ مراحل پیدا کردن خطا به وسیله کدهای CRC	۱۴
۴-۳-۲ مثالی برای محاسبه خطا از طریق کدهای CRC	۱۴
۴-۴ خطاها	۱۶
۴-۴-۱ پیدا کردن خطا	۱۶
۴-۴-۲ خطای تک بیت	۱۷
۴-۴-۳ خطای دو بیت مجاور	۱۷
۴-۴-۴ هر خطای دو بیت دل خواه	۱۷
۴-۴-۵ پرست به طول k	۱۸
۴-۴-۶ پرست به طول $k + 1$	۱۸
۴-۵ تعدادی از پرکاربردترین کدهای CRC	۱۹

فصل پنجم؛ کدینگ کانال و روش های کنترل و تصحیح خطای بَرست

۲۲	۵-۱ مقدمه
۲۲	۵-۲ اصول کدینگ
۲۴	۵-۳ کدهای قالبی
۲۷	۵-۳-۱ نمایش ماتریسی
۲۹	۵-۳-۲ دکدینگ کدهای قالبی خطی
۳۰	۵-۳-۳ کدهای چرخشی
۳۰	۵-۳-۳-۱ نمایش کدهای چرخشی
۳۱	۵-۳-۳-۲ کدهای چرخشی سیستماتیک
۳۲	۵-۳-۳-۳ تولید کدهای چرخشی
۳۲	۵-۳-۳-۴ دکدینگ کدهای چرخشی
۳۳	۵-۴ کدهای Reed – Solomon
۳۴	۵-۴-۱ میدان های متناهی یا Galois Field
۳۵	۵-۴-۲ کدهای BCH
۳۶	۵-۴-۲-۱ کدهای BCH باینری
۳۶	۵-۴-۲-۲ کدهای غیر باینری
۳۷	۵-۴-۳ کدهای Reed – Solomon
۳۸	۵-۴-۴ کد کردن کدهای Reed – Solomon
۳۸	۵-۴-۵ دکدینگ کدهای Reed – Solomon
۴۵	۵-۵ کدهای کانالوشنال
۴۸	۵-۵-۱ الگوریتم ویتربی
۵۱	۵-۶ اینترلیونگ
۵۴	۵-۷ کدهای ترکیبی
۵۵	فهرست منابع و مراجع

پیش گفتار:

در این گزارش ابتدا به بررسی و مقایسه مخابرات آنالوگ و دیجیتال می پردازیم، ویژگی های کانال مخابراتی و چند مسیری HF را به طور مختصر شرح می دهیم. سپس در فصل دوم خطا را تعریف و انواع آن را در ارسال داده بیان می کنیم.

در فصل سوم خطای تک بیت و خطای پشت سرهم (برست) را کامل تشریح می کنیم و انواع خطای برست و تعریف ریاضی آن را یادداشت می کنیم.

در فصل چهارم نحوه ی شناسایی خطای برست به وسیله کدهای چندجمله ای CRC را شرح داده و مثال را برای آن مطرح خواهیم کرد.

در آخرین فصل به بررسی روش های کدینگ کانال و انواع کدهای مفید و پر کاربرد در آن و سپس نحوه ی آنکد کردن داده توسط کدهای کانولوشنال و Reed – Solomon خواهیم پرداخت.

مقدمه:

سیگنال های ارسالی از طریق کانال های چند مسیری HF، بر اثر تغییرات لایه ی یونسفر، دچار فیدینگ رایلی شده و از مسیرهای متفاوت و هر کدام با اعوجاج های مختلفی در فاز و دامنه و با تاخیرهای مختلف، دریافت می شوند. در چنین شرایطی طبیعی است که سیگنال عبوری از این کانال، دچار خطا می شود.

به خصوص این که در چنین کانال هایی خطا معمولاً به شکل پشت سر هم (برست) بوده که برای رفع این مشکل و کنترل خطا (تشخیص و تصحیح آن) از "کدینگ کانال" استفاده می شود. "کدینگ کانال" عبارت است از افزودن یک بخش اضافی به هر یک از قالب های پیام ورودی و تبدیل آن به یک قالب جدید، به منظور کنترل خطا و نیز صرفه جویی در میزان توان ارسالی.

با توجه به تحقیقات انجام شده ی این حقیر در زمینه ی کنترل خطا، دو نوع کلی از کدها، به نام های کدهای قالبی و کانولوشنال معرفی شده اند. برای جبران خطاهای برست در این کانال ها، دو راه وجود دارد.

راه اول استفاده از کدهای تصحیح خطای سیمبلی (مثل کدهای Reed – Solomon)

راه دوم استفاده از کدهای تصحیح خطای تصادفی به همراه اینترلیونگ.

از دو روش بالا روش اول به صورت جامع تر مورد بحث قرار گرفته و راه دوم به صورت مختصر شرح

فصل اول

مخابرات دیجیتالی

۱-۱ مزایای مخابرات دیجیتال

انتقال اطلاعات از طریق کانال‌ها مخابراتی می‌باشد که امروزه یکی از ارکان اصلی مخابرات به ویژه مخابرات دیجیتال را تشکیل می‌دهد. چرا که سیستم‌های دیجیتال نسبت به سیستم‌های آنالوگ مزایای بیشتری دارد. گذشته از این که می‌توان سیستم آنالوگ را با تعداد نسبتاً کمی عنصر ساخت، ولی سیستم دیجیتال سخت‌افزار بسیار بیشتری می‌خواهد. مثلاً یک (LPF) آنالوگ ساده را می‌توان با یک مقاومت و یک خازن ساخت. ولی فیلتر دیجیتال مشابه یک مبدل آنالوگ به دیجیتال (ADC)، پردازشگر دیجیتال (DSP)، یک مبدل دیجیتال به آنالوگ (DAC) و یک LPF می‌خواهد. با این وجود، به رغم افزایش پیچیدگی سخت‌افزاری مزایای زیادی هم چون:

۱. **پایداری.** سیستم‌های دیجیتال ذاتاً متغیر با زمان هستند. پارامترهای کلیدی سیستم در

الگوریتم‌ها نهفته است و تنها با تغییر برنامه ریزی تغییر می‌کنند. به این ترتیب دقت بازسازی سیگنال بیشتر می‌شود. در سیستم‌های آنالوگ پارامترها در صورت فرسودگی عناصر، تغییر دمای محیط و دیگر عوامل محیطی تغییر می‌کند.

۲. **انعطاف پذیری.** حتی پس از نصب سیستم دیجیتال نیز می‌توان آن را با انعطاف بسیار تغییر

داد. به این ترتیب می‌توان الگوریتم‌های پردازش سیگنال مختلفی به کار برد تا: ۱. همان دهی سیگنال بهتر شود. ۲. برای دقت داده‌ها عملیات تشخیص و تصحیح خطا انجام داد. ۳. برای امنیت مخابره رمزنگاری کرد. ۴. برای حذف حشویات الگوریتم‌های فشرده سازی به کار برد. ۵. سیگنال‌های متفاوتی هم چون صدا، تصویر، ویدیو، متن و غیره را مالتی پلکس کرد. هم چنین می‌توان یک الگوریتم را به سادگی و از راه دور تغییر داد.

۳. **قابلیت اطمینان در بازسازی.** پیام آنالوگ در انتقال از طریق کانال توسط اعوجاج و نویز

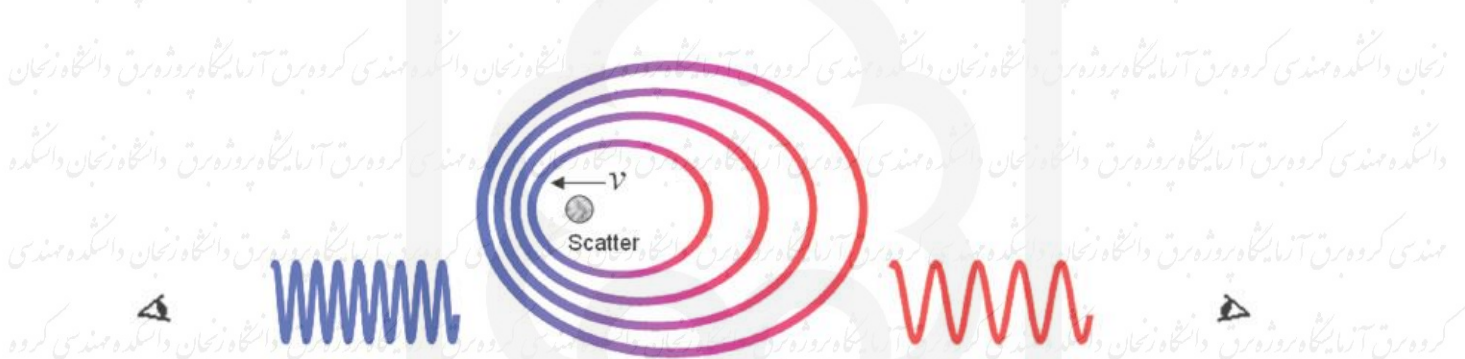
خراب می‌شود. گرچه می‌توان برای تقویت سیگنال از تقویت کننده (تکرار کننده) استفاده کرد، ولی نویز هم به همراه سیگنال تقویت می‌شود و امکان افزایش اعوجاج وجود دارد بنابراین اعوجاج روی هم انبار می‌شود. گرفتن کپی مثالی از این پدیده است.

استفاده قرار می گیرد. گفتیم که انتشار سیگنال ناشی از انعکاس یونسفر است ولی با توجه به این که یونسفر از لایه های مختلفی تشکیل شده است، این انعکاس ها در چند مسیر انجام می شود و انتشار HF غیر قابل پیش بینی است.

علاوه بر موارد فوق فیدینگ یا محو شدگی (به تغییرات میزان تضعیف یک سیگنال مخابراتی در هنگام عبور از یک محیط مشخص گفته می شود که با زمان، مکان و فرکانس تغییر می کند و باعث می شود سیگنال دچار تاخیر و اختلاف فاز شود.) و نیز اثر داپلر نیز از مشخصه های این کانال است. از مطالعه ی دانشمندان بر روی یونسفر چنین استنباط شده است که نوع فیدینگ از توزیع رایلی پیروی می کند و فیدینگ رایلی گفته می شود. که فیدینگ رایلی به معنای تضعیف ناشی از انعکاس می باشد. ساختمان ها و موانع مصنوعی سبب این فیدینگ می شوند.

$$p_R(r) = \frac{2r}{\Omega} e^{-r^2/\Omega}, \quad r \geq 0$$

$$\Omega = E(R^2)$$



سیگنال عبوری از این کانال، علاوه بر آلوده شدن به فیدینگ، نویز نیز بر آن اثر کرده و در گیرنده نیز، سیگنال ها از چندین مسیر و هر کدام با اعوجاج ها مختلفی در فاز و دامنه و با تاخیرهای متفاوت، دریافت می شود.

در چنین شرایطی طبیعی است که سیگنال ارسالی با گذر از این کانال، دچار خطا می شود. یعنی رشته بیت های آشکار شده در گیرنده نسبت به رشته بیت ارسالی دارای خطا می باشد. مخصوصا در کانال های چند مسیری مثل HF به خاطر پدیده ی فیدینگ، معمولا خطا از نوع برست می باشد و چندین بیت پشت سر هم به خطا می روند. به همین منظور به جهت کنترل خطا و تشخیص و تصحیح آن، از تکنیکی به نام کدینگ کانال استفاده می شود.

نشان داده می شود که سیگنال ارسالی با گذر از این کانال، دچار خطا می شود. یعنی رشته بیت های آشکار شده در گیرنده نسبت به رشته بیت ارسالی دارای خطا می باشد. مخصوصا در کانال های چند مسیری مثل HF به خاطر پدیده ی فیدینگ، معمولا خطا از نوع برست می باشد و چندین بیت پشت سر هم به خطا می روند. به همین منظور به جهت کنترل خطا و تشخیص و تصحیح آن، از تکنیکی به نام کدینگ کانال استفاده می شود.

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

- مراجع و منابع:
۱. CCIR, "Fading of Signals Received Via the Inosphere," X³th Plenary Assembly CCIR, Geneva, Vol ۰, ۶, Report NO. ۲۶۶-۳, ۱۹۷۴.
 ۲. G.Mitter, "Modern Electronic Communication," Prentice-Hall, ۵th Edition ۲۰۰۴.
 ۳. S. Lin, D.J. Costello, Jr., Error Control Coding, Fundamentals and Applications, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, ۱۹۸۳.
 ۴. B.Honary, F.Zolghadr, "Improved HF Modern Using Convolutional Coding," Electronics & Communication Engineering Journal, PP. ۷۳-۸۲, April ۱۹۹۲.
 ۵. Bernard Sklar is the author of Digital Communications: Fundamentals and Applications, Second Edition (Prentice-Hall, ۲۰۰۱, ISBN ۰-۱۳-۰۸۴۷۸۸-۷).
 ۶. Wicker, S. B. and Bhargava, V. K., ed., Reed-Solomon Codes and Their Applications (Piscataway, NJ: IEEE Press, ۱۹۸۳).
 ۷. Reed, I. S. and Solomon, G., "Polynomial Codes Over Certain Finite Fields," SIAM Journal of Applied Math., vol. ۸, ۱۹۶۰, pp. ۳۰۰-۳۰۴.
 ۸. John Gill, Burst Error Detection, Stanford University Engineering Magazine, EE ۳۸۷, Notes #۶, ۹, ۸, ۲۰۰۸.
 ۹. F.J. MacWilliams, N.J.A. Sloane, "The Theory of Error-Correcting Codes," North-Holland, Amsterdam, ۱۹۹۷.
 ۱۰. V.A. Zinoviev and V.V. Zyablov, Correcting bursts and independent errors by generalized concatenated codes, Problems of Inform. Trans., ۱۵ (۱۹۹۹), ۱۲۵۱۳۴.
 ۱۱. E.R. Berlekamp, Polynomial Codes for Error Detection Theory, Second Edition, Laguna Hills, Englewood Cliffs, California, ۱۹۸۴.