پروژه کارشناسی ارشد

آشکارسازی سیگنال‌های آشوبگون با استفاده از الگوریتم کالمن

Chaotic Signal detection using Kalman Algorithm

بهنام کجوری

استاد راهنما:

دکتر وحید اسدپور

تابستان ۱۳۹۲

چکیده

در این پروژه به بررسی تکنیک‌های ارتباطی مختلفی برای مخابرات آشوب پرداخته شده است. که از جمله آن‌ها می‌توان به مدولاسیون جابجایی کلیدزنی آشوب اشاره کرد. در این مدولاسیون به جای ارسال سمبل‌های اطلاعات سیگنال‌های آشوب ارسال می‌شود و گیرنده متناسب با سیگنال دریافت شده اقدام به باز سازی اطلاعات می‌کند. این سیگنال‌ها توسط نگاشت‌های مختلف آشوبگون به وجود می‌آیند.

برای تولید سیگنال آشوب از نگاشت لجستیک استفاده می‌کنیم. سیگنال تولید شده را از کانال‌های مخابراتی مختلف مانند کانال AWGN و کانال فیدینگ فرکانسی‌انتخابی عبور داده، و در گیرنده برای آشکارسازی سیگنال‌های دریافت شده از فیلترهای وفقی استفاده می‌کنیم. فیلترهای وفقی استفاده شده در این پروژه شامل فیلتر LMS و RLS و همچنین فیلتر کالمن می‌باشد، سپس سیگنال‌های که به وسیله این فیلترها آشکارسازی شده را با استفاده از کورلیشن دمولاتور تبدیل به سمبل‌های اطلاعات می‌کنیم. نتایج شبیه‌سازی ها نشان می‌دهد که استفاده از فیلتر کالمن در سیستم‌های مخابراتی آشوبگون موجب بهبود عملکرد سیستم می‌شود.

تقدیم به مهربان فرشتگانی که:

لحظات ناب باور بودن، لذت و غرور دانستن، جسارت خواستن، عظمت رسیدن و تمام تجربه های یکتا و زیبای زندگیم،

مدیون حضور سبز آنهاست

تقدیم به پدر و مادر عزیزم.

سپاس گزاری

نمی توانم معنایی بالاتر از تقدیر و تشکر بر زبانم جاری سازم و سپاس خود را در وصف استادان خویش آشکار نمایم، که هر چه گویم و سرایم، کم گفته ام.

و با تشکر فراوان از استاد ارجمند جناب آقای دکتر اسدپور که در ارائه این مطلب به من یاری رساندند.

فهرست مطالب

۱ فصل اول: مقدمه ۲

۱-۱ تاریخچه آشوب ۲

۱-۲ حوزه‌های بروز آشوب ۴

۱-۳ سیستم‌های آشوبگون ۵

۱-۴ کاربردهای سیستم‌های آشوبگون در مخابرات ۵

۱-۴-۱ نیازمندی‌های سیستم‌های مخابراتی ۶

۱-۴-۲ توانایی‌های آشوب در مخابرات ۶

۱-۵ مروری بر مقالات ۷

۱-۶ جمع بندی ۹

۲ فصل دوم: بررسی اجمالی مخابرات آشوب ۱۱

۲-۱ نگاشت آشوبگون ۱۱

۲-۱-۱ نگاشت لجستیک ۱ ..... ۱۲

۲-۱-۲ نگاشت لجستیک ۲ ..... ۱۲

۲-۱-۳ سایر نگاشت‌های آشوب گون ۱۲

۲-۲ مخابرات سیار ۱۴

۲-۲-۱ مدولاسیون پوش آشوبگون ۱۵

۲-۲-۲ مدولاسیون پارامتر آشوب ۱۵

۲-۲-۳ جابجایی کلیدزنی آشوب (CSK) ۱۵

۲-۲-۴ آشوب روی کلیدزنی خاموش (COOK) ۱۶

۲-۲-۵ جابجایی کلیدزنی آشوب تفاضلی (DCSK) ۱۶

۲-۲-۶ آشوب CDMA ۱۷

۲-۳ جمع بندی ۱۷

۳ فصل سوم: مخابرات آشوب و کاربردهای آن ۲۰
۳-۱ خصوصیات مخابرات طیف گسترده ۲۰
۳-۲ جابجایی کلیدزنی آشوب ۲۱
۳-۳ پیش زمینه تئوری CSK ۲۳
۳-۴ برخی از دنباله‌های آشوب و عملکرد آنها ۲۵
۳-۴-۱ مولد لجستیک آشوب یک (LCG1) ۲۵
۳-۴-۲ مولد لجستیک آشوب دو (LCG2) ۲۶
۳-۴-۳ مولد لجستیک آشوب سه(LCG3) ۲۶
۳-۵ بررسی امنیت: ۲۷
۳-۶ جمع بندی ۳۰
۴ فصل چهارم: آشکارسازی سیگنال آشوب ۳۲
۴-۱ سنکرون‌سازی سیستم آشوبگون ۳۲
۴-۱-۱ مفهوم سنکرون‌سازی سیستم آشوبگون ۳۲
۴-۱-۲ انواع سنکرون‌سازی ۳۳
۴-۲ الگوریتم‌های وفقی ۳۳
۴-۲-۱ کاربردهای الگوریتم‌های وفقی ۳۵
۴-۳ الگوریتم‌های وفقی مورد استفاده در شبیه‌سازی‌ها ۳۸
۴-۳-۱ الگوریتم LMS ۳۸
۴-۳-۲ الگوریتم RLS ۳۹
۴-۳-۳ الگوریتم کالمن ۴۰
۴-۴ جمع بندی ۴۲
۵ فصل پنجم: نتایج حاصل از شبیه‌سازی ۴۴
۵-۱ سیگنال‌های آشوب مورد استفاده ۴۴
۵-۲ کانال AWGN ۴۵

۵-۳ کانال فیدینگ ۴۶
۵-۳-۱ آشکارسازی به روش LMS ۴۶
۵-۳-۲ آشکارسازی به روش RLS ۴۹
۵-۳-۳ آشکارسازی به روش RLS-LMS ۵۱
۵-۴ آشکارسازی با استفاده از فیلتر کالمن ۵۴
۵-۵ مقایسه الگوریتم‌های مورد استفاده ۵۶
۵-۶ جمع بندی ۵۷
۶ فصل ششم: جمع بندی و نتیجه گیری ۵۹
۶-۱ خلاصه نتایج ۵۹
۶-۲ جهت گیری‌های آینده ۶۰
منابع ۶۱

فهرست تصاویر

شکل ۳-۱ یک مدل برای سیستم ارتباطی CSK [۱] ۲۲

شکل ۳-۲ عملکرد BER در برابر SF های مختلف در کانال AWGN با $\boldsymbol{Eb/N0 = 10}$ به روش تئوری [۱].۲۷

شکل ۳-۳ عملکرد خود همبستگی و همبستگی متقابل برای LCG1 و LCG2 [۱]. ۲۸

شکل ۳-۴ عملکرد خود همبستگی و همبستگی متقابل برای LCG3 [۱]. ۲۸

شکل ۳-۵ دنباله‌های آشوب تولید شده با مقادیر اولیه مختلف توسط مولدهای آشوب متفاوت [۱]..... ۲۹

شکل ۴-۱ پیکربندی الگوریتم‌های وفقی در کاربرد شناسایی ۳۶

شکل ۴-۲ الگوریتم‌های وفقی در کاربرد مدلسازی معکوس ۳۷

شکل ۴-۳ الگوریتم‌های وفقی در کاربرد پیشبینی ۳۷

شکل ۴-۴ الگوریتم‌های وفقی در کاربرد حذف تداخل ۳۸

شکل ۵-۱ سیگنال ارسالی وقتی بیت اطلاعات صفر است با SF=60 ..... ۴۴

شکل ۵-۲ سیگنال ارسالی وقتی بیت اطلاعات یک است با SF=60 ..... ۴۵

شکل ۵-۳ سیستم مخابراتی آشوب در کانال AWGN ۴۵

شکل ۵-۴ عملکرد BER در کانال AWGN با SF های ۶۰،۳۰،۱۰ ..... ۴۶

شکل ۵-۵ آشکارسازی سگنال آشوب با استفاده از الگوریتم RLS ۴۶

شکل ۵-۶ عملکرد BER در کانال فیدینگ تخت با آشکار سازی LMS با SF های ۶۰،۳۰،۱۰ ..... ۴۷

شکل ۵-۷ عملکرد BER در کانال فیدینگ رایلی با آشکارسازی LMS ۴۸

شکل ۵-۸ عملکرد BER در کانال فیدینگ رایسی با آشکارسازی LMS ۴۸

شکل ۵-۹ آشکارسازی سگنال آشوب با استفاده از الگوریتم RLS ۴۹

شکل ۵-۱۰ عملکرد BER در کانال فیدینگ تخت با آشکارسازی RLS ۵۰

شکل ۵-۱۱ عملکرد BER در کانال فیدینگ رایلی با آشکارسازیRLS ۵۰

شکل ۵-۱۲ عملکرد BER در کانال فیدینگ رایسی با آشکارسازیRLS ۵۱

شکل ۵-۱۳ نمایش بلوکی آشکارساز باالگوریتم RLS-LMS ۵۱

شکل ۵-۱۴ عملکرد BER در کانال فیدینگ تخت با آشکارسازی RLS-LMS ۵۲

شکل ۵-۱۵ عملکرد BER در کانال فیدینگ رایلی با آشکارسازی RLS-LMS ۵۳

شکل ۵-۱۶ عملکرد BER در کانال فیدینگ رایسی با آشکارسازیRLS-LMS ۵۳

شکل ۵-۱۷ سیگنال آشکارسازی شده همراه با سیگنال آشوب ۵۵

شکل ۵-۱۸ نحوه همگراه شدن سیگنال آشوب و خروجی فیلتر کالمن ۵۵

شکل ۵-۱۹ عملکرد خطای بیت برای الگوریتم کالمن در کانال رایلی باSF=60 ..... ۵۶

شکل ۵-۲۰ مقایسه الگوریتم‌های مورد استفاده در پروژه ۵۷

فصل اول:

مقدمه

۱ فصل اول: مقدمه

تئوری آشوب شاخه‌ای از نظریه سیستم‌های غیرخطی است، و در چهار دهه گذشته به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است. در آغاز توسط محققان ریاضی و سپس توسط طراحان مدار و مهندسین برق مطالعه شده. در گذشته این پدیده به عنوان نویز و رفتاری بی‌قاعده و غیر قابل پیش بینی مورد توجه قرار می‌گرفت و اغلب آنرا به تاثیرات خارجی تصادفی نسبت می‌دادند. مطالعات بیشتر نشان داد که پدیده‌های آشوبگون، معین[۱] و مخصوص به سیستم‌های غیرخطی می‌باشند. این مطالعات پرسش‌هایی را درباره کاربرهای عملی آشوب مطرح کردند. با پیشرفت در تکنولوژی مدار و پردازش سیگنال‌های دیجیتال در چند دهه گذشته، استفاده از پدیده آشوب در محصولات مهندسی امکان پذیر شده است [۱]. در این فصل به بررسی تاریخچه پیدایش سیستم‌های آشوبگون، معرفی سیستم‌های آشوبگون، برتری سیستم‌های آشوبگون نسبت به سیستم‌های مخابراتی کلاسیک و کاربردهای سیستم‌های آشوبگون در مخابرات می‌پردازیم.

۱-۱ تاریخچه آشوب

فلاسفه در یونان قدیم معتقد بودند که تمامی حرکت‌ها را می‌توان بصورت مجموعه‌ای از حرکت‌های کاملاً دوار تجزیه نمود. این گفتار نسبت به آن زمان و علم آن روز خیلی متجددانه به حساب می‌آمد و بیان آن به زبان علم کلاسیک امروزی چنین می‌باشد، که تمامی حرکت‌ها شبه پریودیک هستند و لذا تبدیل فوریه آن‌ها مجموعه‌ای از پیک‌های تیز در برخی از فرکانس‌ها خواهد بود.

این نظریه تا انتهای قرن پیش همچنان پابرجا ماند. در آن زمان هانری پوانکاره ضمن بررسی حرکت‌های آشوبگون، آن را رد کرد. وی نشان داد که پاره‌ای از حرکت‌ها دارای طیف پیوسته هستند و لذا نمی‌توان آنها را بصورت مجموعه‌ای از فرکانس‌ها بیان نمود. او اینگونه حرکت‌ها را غیر انتگرال پذیر[۲] نام نهاد.

برای روشن شدن موضوع چنین فرض نمائید که دو قطعه چوب پنبه، در یک سیال که حرکتی منظم و آرام دارد، نزدیک به هم قرار گرفته‌اند. آنگاه فاصله بین آن دو بصورت خطی و متناسب با اختلاف سرعت آنها تغییر می‌نماید. در حالی که اگر جریان آشفته باشد، فاصله بین آنها بطور سریع و با رابطه‌ای که عموماً نمایی است زیاد خواهد شد. لازم به ذکر است که حساسیت حرکت نسبت به شرایط اولیه و غیر قابل پیشبینی بودن، که از ویژگی‌های یک سیستم آشوبی می‌باشد، در این سیستم کاملا مشهود است.

---

[۱] deterministic

[۲] Non Integrable

با این همه تا سال ۱۹۶۳ این موضوع مسکوت ماند و اقدام مهم دیگری در این راستا انجام نگرفت، تا در این سال آقای ادوارد لورنس[۱] در دانشگاه ام ای تی با کشف اولین جذب کننده آشوبی، در واقع آشوب را کشف کرد [۲]. او در حال بررسی یک مدل مربوط به جریانات هوا در جو زمین به مجموعه‌ای از معادلات با مشتقات جزئی برخورد کرد و آنها را ساده کرد، در نهایت، مدل ساده شده او شامل سه معادله دیفرانسیل مرتبه اول غیر خطی بود که به ازای برخی مقادیر پارامترها سیستم رفتار آشوبی از خود نشان می‌دادند.

لورنس سیستم به دست آمده را "جریان غیر پریودیک معین[۲]" نامید. در حالیکه امروزه این مجموعه معادلات را به نام خود وی "معادلات لورانس"، می‌نامند. علاوه بر این او به موضوع حساسیت فوق‌العاده زیاد سیستم‌های آشوبی نسبت به شرایط اولیه اشاره کرده بود و در واقع نشان داده بود که رفتار یک سیستم معین با معلوم بودن شرایط اولیه آن باز هم می‌تواند غیر قابل پیش‌بینی باشد. این نظریه بر خلاف تصور حاکم در آن زمان به حساب می‌آمد. وی موضوع را در قالب یک تشبیه جالب اما نه چندان جدی بیان کرد:

"فرض کنید یک سوپر کامپیوتر قوی می‌خواهد معادلات پیچیده هیدرودینامیکی را حل کرده و وضعیت هوای ماه آینده نیویورک را پیشبینی کند، شرایط فعلی جوی نظیر: فشار هوا، درجه حرارت و ... را منظور می‌کنید. اما اگر از تاثیر پرواز پروانه‌ای که در تایپه چین پرواز می‌کند، غافل شوید، در سیستم آشوبی، همین حرکت بال پروانه هوایی را که آفتابی پیش‌بینی کرده بودید طوفانی خواهد کرد."

در سال ۱۹۶۴ و تقریبا همزمان با لورنس، بیدلی و کامینگس[۳] نیز در زمینه‌ای کاملا متفاوت به آشوب برخورد کردند و آن را مورد توجه قرار دادند [۳]. آن‌ها در حالیکه یک لیزر تک مد را مدل‌سازی می‌کردند به معادلاتی از این دست برخوردند. آن‌ها گفتند که در سیستم حالتی رخ داد که خروجی به صورت یکسری جرقه‌های تصادفی ظاهر می‌شد. در واقع آن‌ها با یک سیستم آشوبی در زمینه لیزر مواجه شده بودند.

در سال ۱۹۷۹ آقای لورنس با ارائه مقاله‌ای، به صورت گسترده تر و جامع تر نشان داد که همین حساسیت فوق‌العاده زیاد سیستم‌های آشوب نسبت به شرایط اولیه است که سبب می‌شود رفتار یک سیستم معین با معلوم بودن شرایط اولیه آن، باز هم غیر قابل پیش‌بینی باشد. همچنین جالب است که بدانیم عنوان مقاله او در سال ۱۹۷۹ چنین بود [۴]:

"قدرت پیشگویی کردن: آیا اثر یک پروانه در حال پرواز در برزیل می‌تواند یک تورنادو را در تگزاس از بین

---

[۱] Lorenz

[۲] Deterministic Nonperiodic Flow

[۳] E.R.Buley & F.W.Cummings

ببرد؟"[1]

بهرحال در ادامه، فعالیت‌ها و تحقیقات انجام گرفته در زمینه آشوب را می‌توان بصورت ذیل طبق بندی نمود:

دسته اول: شامل فعالیت‌ها، پژوهش‌ها و تحقیقاتی است که در زمینه مشاهده، کشف و بررسی ویژگی‌های پدیده آشوب و روندهای منتهی به آن در زمینه‌های مختلف علمی و مهندسی انجام گرفته است.

دسته دوم: شامل تحقیقات و فعالیت‌های هستند که به کشف و ابداع روش‌هایی برای آشکارسازی و اثبات وقوع آشوب پرداخته است.

دسته سوم: شامل مجموعه تحقیقات و آزمایش‌های است که اختصاص به استفاده، پیشگیری و یا کنترل پدیده آشوب دارد. در این دسته فعالیت‌های مختصری انجام شده است.

۱-۲ حوزه‌های بروز آشوب

این پدیده غیر خطی در تمامی حوزه‌های علم وجود دارد. آشوب نه تنها در سیستم‌های مصنوعی و دست‌ساز بشر وجود دارد. بلکه در تمام سیستم‌های طبیعی و زنده نیز می‌توان آن را یافت، بطور کلی در هر جائی که سیستم‌های غیر خطی حضور دارد، می‌تواند نمایان شود. آشوب در اشکال متفاوتی است. نظیر سوسوزدن یک لامپ نئون، شکل جریان آشفته دود سیگار در حین بالا رفتن، تغییر تصادفی قطب‌های مغناطیسی زمین در طی هزاران سال گذشته، زنجیره اعداد تصادفی تولید شده بوسیله کامپیوتر و یا وقایع مصیبت باری همچون از کنترل خارج شدن یک وسیله نقلیه بطور غیر منتظره، برخورد یک هواپیما در حال حرکت با توده‌ای از هوای متغیر، از کنترل خارج شدن یک مرکز اتمی و بالاخره گرفتگی و انقباض نامنظم رشته‌های عضلانی مربوط به قلبی که به طور آنی دچار ایست شده باشد.

در حقیقت می‌توان چنین برداشت کرد که هر رفتار یک سیستم معین که نتوان آنرا تحت یک انضباط علمی واقعی بیان کرد، آشوبی است. پس با این نگرش آشوب را می‌توان در زمینه‌های علمی همچون ریاضیات، نجوم، زمین شناسی، زیست شناسی، بیوفیزیک، پزشکی، مهندسی، شیمی، هواشناسی و یا حتی در حوزه‌هایی نظیر روانشناسی، فلسفه و جامعه شناسی مشاهده کرد. عجیب‌تر اینکه منطق‌های علمی نیز گرفتار این پدیده‌اند. آن را می‌توان در روش‌های همچون: منطق‌های فازی شبکه‌های عصبی و یا حتی در پاسخ الگوریتم‌های حل یک معادله مشاهده کرد.

در نهایت یادآوری این موضوع لازم است که در مهندسی برق نیز این پدیده قابل مشاهده می‌باشد در شاخه‌های

[1] Predictability: dose the flap of a butterfly's wings in Brazil set off a tornado in texas?

مختلف آن می‌توان به مدارات و سیستم‌های غیر خطی آنالوگ و دیجیتال فراوانی برخورد کرد که دینامیک‌های آن‌ها تحت شرایط خاص رفتار آشوبی دارند.

۱-۳ سیستم‌های آشوبگون

امروزه مثال‌هایی از سودمندی بالقوه رفتار آشوبی وجود دارد که باعث شده مهندسین و دانشمندان رشته‌های کاربردی، بیشتر به آن توجه کنند [۵]. کشف آشوب شناخت ما را از پایه‌های فیزیک دگرگون ساخته و کاربردهای عملی بسیاری را در پی داشت. آشوب رفتار طولانی مدت نامتناوب در یک سیستم معین است که وابستگی حساسی به شرایط اولیه نشان می‌دهد. سه عنصر عمده در تعریف آشوب به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شود:

۱- منظور از رفتار طولانی مدت نا متناوب در سیستم‌های دینامیکی آن است که مسیرهایی وجود دارند که وقتی زمان به بی‌نهایت میل می‌کند، مسیر این سیستم‌ها به نقاط ثابت، مدارهای پریودیک و یا شبیه پریودیک منتهی نمی‌شوند.

۲- معین بودن سیستم به این معنا است که سیستم دارای پارامترهای تصادفی نمی‌باشد. سیستم‌های آشوبگون، سیستم‌های نویزی حاصل از فرآیند تصادفی نمی‌باشند بلکه رفتارهای پیچیده آشوبگون ناشی از رفتار غیرخطی سیستم‌ها است.

۳- وابستگی حساس به شرایط اولیه در سیستم‌های دینامیکی بدین معناست که تمامی مسیرهای نشات گرفته از شرایط اولیه مشابه، به سرعت و به صورت نمایی از یکدیگر دور می‌شوند.

در واقع این خصوصیت تفاوت اصلی سیستم‌های دینامیکی آشوبگون با سیستم‌های دینامیکی غیر آشوبگون است. در سیستم‌های دینامیکی غیر آشوبگون ، اختلاف کوچک اولیه در دو مسیر به عنوان خطای اندازه گیری بوده و به طور خطی با زمان افزایش پیدا می‌کند در حالیکه در سیستم‌های دینامیکی آشوبگون اختلاف بین دو مسیر با فاصله بسیار اندک به طور نمایی افزایش می‌یابد. در سیستم آشوبی هیچ تناوب غالبی وجود ندارد یعنی این سیستم دارای دوره تناوب بی‌نهایت است.

۱-۴ کاربردهای سیستم‌های آشوبگون در مخابرات

مخابرات آشوبگون زمینه تحقیقاتی نسبتاً جدیدی است که به مطالعه کاربرد سیستم‌های دینامیکی آشوبگون در مخابرات می‌پردازد [۶]. ایده اولیه مخابرات آشوبگون در سال ۱۹۹۰ مطرح شد. دلیل عمده استفاده از مخابرات آشوبگون این است که رفتارهای آشوبگون با وجود پیچیده بودن در سیستم‌های دینامیکی ساده مشاهده می‌گردند.

سیگنال‌های آشوبگون نامنظم، نامتناوب، ناهمبسته، پهن باند و در دراز مدت غیر قابل پیش‌بینی هستند. این خصوصیات منطبق با خواص سیگنال‌های کاربردی در سیستم‌های مخابراتی مانند مخابرات طیف گسترده[۱]، مخابرات

[۱] spread spectrum

چند کاربری و رمز نگاری است.

حال به بررسی مشکلات موجود در مخابرات و دلایل استفاده از مخابرات آشوبگون به عنوان راه حلی برای این مشکلات می‌پردازیم.

۱-۴-۱ نیازمندی‌های سیستم‌های مخابراتی

وظیفه اساسی سیستم‌های مخابراتی، انتقال اطلاعات بین فرستنده و گیرنده است که از محیط فیزیکی(کانال) جهت انتقال پیام استفاده می‌گردد. این انتقال اطلاعات بایستی در شرایط کارا، ایمن و مستحکم انجام گیرد. این نیازمندی‌ها در قسمت‌های مختلف یک سیستم مخابراتی تعبیه شده است [۷].

- **کارایی**[۱]: از آنجایی که سیگنال‌های مخابراتی سیگنال‌های آنالوگ وابسته به انسان (صوت،تصویر،ویدیو) می‌باشند دارای مقداری اطلاعات اضافی می‌باشند که با استفاده از کدینگ منبع می‌توان داده‌های دیجیتال را فشرده کرد.
- **امنیت**[۲]: محیط فیزیکی معمولاً قابل دسترس عموم است، اگر پیامی خصوصی باشد جهت ایمن‌سازی پیام می توان از رمز نگاری[۳] استفاده کرد.
- **استحکام**[۴]: در کانال‌های مخابراتی پیام مستقیماً ارسال نمی‌گردد بلکه با انجام مدولاسیون مناسب پیام ارسال می‌گردد. با انتخاب مدولاسیون مناسب و کد گذاری کانال می‌توان استحکام کانال را افزایش داد. مدولاسیون، کد گذاری منبع، کد گذاری کانال، و رمز نگاری در فرستنده و گیرنده اعمال می‌گردد.

۱-۴-۲ توانایی‌های آشوب در مخابرات

ایده استفاده از کاربردهای آشوب در مخابرات همزمان با مفهوم سیستم‌های دینامیکی غیر خطی به بهره برداری رسید. سه زمینه کاربردی آشوب در مخابرات به صورت زیر است:

۱- پهن باند بودن: سیگنال‌های آشوبگون ذاتاً نامتناوب و دارای طیف پیوسته‌اند. معمولاً طیف آن‌ها دارای مقاومت قابل ملاحظه‌ای در رنج فرکانسی وسیع می‌باشد یعنی سیگنال‌های آشوب پهن‌باند هستند.

در مخابرات سیگنال‌های پهن‌باند جهت حذف اغتشاشات کانال مانند اثرات باند باریک محوشدگی و تضعیف به کاربرده می‌شوند در نتیجه سیگنال‌های آشوبگون در مخابرات طیف گسترده به کار برده می‌شوند.

---

[۱] Efficiency

[۲] security

[۳] Cryptography

[۴] Robustness

۲- پیچیدگی: سیگنال‌های آشوبگون دارای ساختاری پیچیده و بی‌قاعده‌اند. یک منبع تولید کننده آشوب با شرایط اولیه متفاوت، مسیرهای متفاوتی تولید خواهد کرد. در نتیجه ساختار تولید کننده آشوب و تخمین زدن سیگنال در دوره زمانی متفاوت مشکل خواهد بود. سیگنال‌های پیچیده و غیر قابل پیش بینی در کابردهای رمز نگاری مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۳-تعامد: سیگنال‌های تولید شده از یک منبع با شرایط تولید متفاوت، کاملاً ناهمبسته و یا متعامدند. از این خاصیت در مخابرات چند کاربری استفاده می‌شود.

تولید کدهای شبه نویز به وسیله منابع آشوب در سیستم‌های دسترسی چندگانه با تقسیم کد یکی از زمینه‌های موفق از کاربردهای آشوب محسوب می گردد.

۱-۵ مروری بر مقالات

با توجه به نیازمندی‌های لازم در مخابرات و توانایی‌های موجود در سیستم‌های آشوبگون مهندسین با استفاده از این فواید بالقوه به نتایج کاربردی فراوانی دست یافته‌اند. تحقیقات اولیه در زمینه آشوب عمدتاً در مورد نگاشت سیگنال اطلاعات به سیگنال آشوبگون و بازسازی آن بوده است که این امر با در نظر گرفتن دینامیک سیستم و سنکرون‌سازی همراه بوده است[۷]. با وجود همه فعالیت‌های که توسط ریاضی‌دانان بزرگ در مورد تئوری آشوب انجام شده است، تنها فعالیت‌های انجام شده توسط پرکورا[۱] و کارول[۲] [۸] در همزمان‌سازی سیگنال‌های آشوب توجه ما را به استفاده از تئوری آشوب در ارتباطات جلب کرده است.. آنها مطرح کردند که با اعمال سنکرون‌سازی بر روی دو سیستم آشوبگون می‌توان از سیگنال آشوبگون پهن‌باند جهت ارسال اطلاعات از یک مکان به مکان دیگر استفاده کرد. ایده اصلی مدولاسیون دیجیتال با استفاده از حامل آشوبگون این است که بیت‌ها و یا سمبل‌ها به توابع آشوبگون نگاشت می‌شوند که تفاوت این مدولاسیون با روش‌های قبلی در این است که سیگنال حامل نامتناوب می‌باشد. مدولاسیون دیجیتال با استفاده از توابع پایه آشوبگون و گیرنده همدوس توسط پارلیتز و چوا[۳] معرفی گردید، و مدولاسیون کلید زنی شیفت آشوب[۴] نامیده شد [۶]. مدولاسیون کلید زنی شیفت آشوب تفاضلی[۵] در سال ۱۹۹۶ توسط کلمبن[۶] ارائه گردید [۷] و سپس روش بهینه کلید زنی شیفت آشوب تفاضلی مدوله شده فرکانسی معرفی گردید. در

[۱] Pecora

[۲] Carroll

[۳] Parlitz & Chua

[۴] Chaos Shift Keying

[۵] Differential Chaos Shift Keying

[۶] Kolumban

تحقیقات بعدی، جهت افزایش کارایی مدولاسیون دیجیتال، روش‌های تئوری مخابرات و بررسی‌های آماری به مدولاسیون‌های دیجیتال آشوبگون اعمال گردیده و تحقیقات رایجی که تا به امروز در این زمینه انجام شده است شامل بررسی عملکرد مدولاسیون DCSK، دسترسی چندگانه با استفاده از مدولاسیون DCSK، بهبود نرخ ارسال می‌باشد. یکی از پیشنهادهای اولیه در زمینه مدولاسیون، روش پنهان‌سازی آشوبگون بود، که در این روش سیگنال اطلاعات در سیگنال آشوبگون پنهان می‌شود و سیگنال ارسالی با عمل سنکرون‌سازی در گیرنده بازسازی می‌شود[۹].

از آنجا که روش‌های متفاوت سنکرون‌سازی وابسته به نویز کانال می‌باشد، پیاده‌سازی این روش در سیستم‌های عملی مشکل می‌باشد. برای غلبه بر این مشکل، الگوریتم‌هایی پیشنهاد شده است که در آنها نیازی به سنکرون‌سازی وجود ندارد. یکی از معروفترین این روش‌ها مدولاسیون آشوبگون یا مدولاسیون پارامتر آشوبگون[۱] CPM می باشد [۹]. در این روش، سیگنال ارسالی در پارامتر دو شاخگی سیستم دینامیکی ذخیره می‌شود و با تنظیم پارامتر در ناحیه آشوبگون، سیگنال پهن‌باند مدوله شده به عنوان سیگنال ارسالی در نظر گرفته می‌شود. در گیرنده، دمدولاتور بایستی قادر به تخمین پارامتر انتقالی در حضور نویز باشد. روش‌های تطبیقی متفاوتی برای تخمین سیگنال معرفی شده است. آشکارسازهای متعددی مانند الگوریتم‌های تطبیقی LMS، RLS، EKF و شبکه عصبی پیشخور و تابع پایه شعاعی پیشنهاد شده است[۱۰]و[۱۱]و[۱۲]. یکی دیگر از کاربردهای آشوب در مخابرات طیف گسترده است، استفاده از تولید کننده آشوب به جای رشته شبه نویز ، سبب کاهش تداخل چند کاربری می‌گردد.

همانطور که قبلاً بیان گردید آشوب در سیستم‌های طبیعی و مهندسی اتفاق می‌افتد. در تحقیقات اولیه این پدیده به عنوان یک رفتار غیر قابل پیش بینی و بی قاعده در نظر گرفته می شده است لذا تحقیقات زیادی نیز در زمینه کنترل یا حذف رفتار آشوبناک با اصلاح مناسب پارامترهای سیستم وجود دارد. در دهه‌های گذشته تحقیقات زیادی روی سیستم‌های فازی و تئوری آشوب توسط مهندسین سیستم و کنترل انجام شده است [۱۳]. از طرف دیگر در دنیای مهندسی و زمانی که به کاربردهای عملی می‌اندیشیم، پدیده مهم آشوب خودنمایی می‌کند لذا کنترل آشوب تاثیر زیادی بر افزایش عملکرد این گونه سیستم‌ها به لحاظ زمان و انرژی خواهد داشت. در کنار هم قرار دادن این دو مقوله در چارچوب مفهوم محاسبات نرم می باشد. استدلالگری تقریبی و دینامیک آشوبگونه مغز انسان می‌تواند دلیلی بر پردازش حجم عظیمی از اطلاعات به صورت یکجا باشد. بنابراین ترکیب کردن سیستم‌های فازی و تئوری آشوب دارای پتانسیل زیادی برای تحقیقات علمی و مهندسی پیش رو می‌باشد. هرچند رابطه این دو هنوز به درستی درک نشده است ولی با این حال مطالعات روی برخورد این دو با یکدیگر به حدود دو دهه پیش باز می‌گردد که شامل زمینه‌های کنترل فازی آشوب، سیستم‌های فازی تطبیقی برای مدل‌سازی آشوب، رابطه‌های تئوری میان فازی و آشوب، مدل‌سازی فازی

[۱] Chaotic Parameter Modulation

سیستم‌های آشوب می‌باشد.

یکی دیگر از خواص ذاتی یک مسیر آشوبناک این است که به صورت مجانبی پایدار نیست. شرایط اولیه متناظر بسیار نزدیک، مسیرهایی را دارند که خیلی سریع از هم دور می‌شوند. علیرغم این خصوصیت همزمانی دو سیستم آشوبگون امکان پذیر است. اولین روش اصلی همزمانی توسط پکورا و کرول معرفی گردید.

۱-۶ جمع بندی

در این بخش به بررسی سیستم‌های آشوبگون و کاربردهای آن‌ها در مخابرات پرداخته شد. همانطور که بیان گردید تحول زمانی نامنظم و غیر قابل پیش‌بینی بعضی از سیستم‌های غیرخطی آشوب نامیده می‌شود. ویژگی اصلی آشوب این است که سیستم رفتار قبلی خود را تکرار نمی‌کند. خواص عمده سیستم‌های آشوبگون شامل نامتناوب بودن، معین بودن پارامترها و وابستگی حساس به شرایط اولیه می‌باشد. با بهره‌جویی از هر یک از این خواص می توان به کاربردهای عملی این سیگنال‌ها در سیستم‌های مخابراتی دست یافت. از خاصیت نامتناوب بودن سیگنال‌های آشوبگون در مخابرات طیف گسترده، از جنبه پیچیدگی آن‌ها در کاربردهای رمزنگاری و مدولاسیون‌های آشوبگون و از خاصیت تعامد در سیستم‌های دسترسی چندگانه با تقسیم کد استفاده می‌شود.

فصل دوم:

بررسی اجمالی مخابرات آشوب