بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه تهران
دانشکده فنی
گروه مهندسی برق و کامپیوتر

۱۳۸۲ /۵/ ۳۰

عنوان:

بررسی کارایی و توان مصرفی در الگوریتم‌های کنترل توان

نگارش:

علیرضا مقدم تبریزی

استاد راهنما:

دکتر سید حمید رضا جمالی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی برق – مخابرات

۶۹۲۷۰

بهار ۱۳۸۲

به نام خدا
دانشگاه تهران

دانشکده فنی
گروه آموزشی مهندسی برق و کامپیوتر

گواهی دفاع از پایان‌نامه کارشناسی ارشد

هیات داوران پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای علیرضا مقدم تبریزی در رشته مهندسی برق و کامپیوتر گرایش مخابرات با عنوان «بررسی کارآیی و توان مصرفی در الگاریتم‌های کنترل توان» را در تاریخ ۸۲/۳/۱۱

به عدد	به حروف
۱۵/-	پانزده

نمره نهایی پایان‌نامه :

و درجه : خوب ارزیابی نمود.

ردیف	مشخصات هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه یا موسسه	امضاء
۱	استاد راهنما استاد راهنمای دوم (حسب مورد) :	دکتر حمیدرضا جمالی	دانشیار	تهران	
۲	استاد مشاور :	ـــــ	ـــــ	ـــــ	
۳	استاد مدعو :(یا استاد مشاور دوم)	دکتر ناصر رضایی	دانشیار	تهران	
۴	استاد مدعو (خارجی) :	دکتروحیدطباطباوکیلی	دانشیار	علم‌وصنعت‌ایران	
۵	نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی گروه آموزشی :	دکترمحمودمحمدطاهری	استادیار	تهران	

تذکر : این برگه پس از تکمیل توسط هیات داوران در نخستین صفحه پایان‌نامه درج می‌گردد.

دانشگاه تهران

دانشکده فنی

گروه مهندسی برق و کامپیوتر

عنوان:

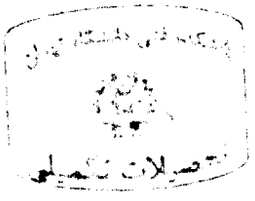
بررسی کارایی و توان مصرفی در الگوریتم‌های کنترل توان

نگارش: علیرضا مقدم تبریزی

پایان نامه جهت دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی برق ـ مخابرات

از این پایان نامه در تاریخ ۸۲/۳/۱۱ در مقابل هیات داوران دفاع به عمل آمد و مورد تصویب قرار گرفت.



سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده فنی: دکتر جواد فیض

مدیر گروه آموزشی: دکتر پرویز جبه‌دار مارالانی

سرپرست تحصیلات تکمیلی گروه: دکتر حمید رضا جمالی

استاد راهنما: دکتر حمید رضا جمالی

عضو هیات داوران: دکتر ناصر رضایی

عضو هیات داوران: دکتر وحید طباطباوکیلی

عضو هیات داوران: دکتر محمود محمد طاهری

تقدیم به:

پـــدر، مـــادر و همســـر عـــزیـــزم
که وجودشان همواره گرمی‌بخش
زندگی من بوده است.

چکیده

با توجه به رشد تقاضا برای مخابرات سیار و به منظور دسترسی به حداکثر ظرفیت، باید استفاده مؤثری از طیف قابل دسترس به عمل آید. تداخل هم‌کانالی از مهمترین عوامل محدود کننده در دستیابی به ظرفیت بالا در سیستم‌های مخابراتی بی‌سیم می‌باشد. کنترل توان از جمله روشهایی است که به منظور کاهش این نوع تداخل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

هدف روشهای مختلف کنترل توان، موازنه‌ای بین توانها می‌باشد بطوریکه بتوان از حداکثر کاربران با کیفیت مطلوب پشتیبانی نمود. نتیجه کار یک کیفیت خوب ارتباطی (با کاهش تداخل) است، درحالیکه توان ارسالی مصرف شده به حداقل برسد. کنترل توان به دو طریق مرکزی و توزیع‌یافته انجام می‌گیرد.

در کار پژوهشی انجام شده کارآیی یک سیستم سلولی در صورت عدم استفاده از کنترل توان (توان ارسالی ثابت) و در اندازه خوشه‌های متفاوت نشان داده می‌شود. این نتایج می‌توانند به عنوان مبنایی برای نشان دادن تاثیر الگوریتم‌های کنترل توان بر روی کارآیی سیستم در مقایسه با عدم کنترل توان مورد استفاده قرار گیرند.

در میان الگوریتم‌های توزیع یافته، دو الگوریتم DCPC و CSOPC مورد بررسی قرار می‌گیرند. احتمال قطع شدن نسبت به مقدار SIR در اندازه خوشه‌های متفاوت که در حالت عدم کنترل توان مورد استفاده قرار گرفت و به ازاء مقادیر مختلف SIR هدف مقایسه شده است. علاوه بر نمودار احتمال قطع، نمودار تابع توزیع تجمعی توان ارسالی کاربران نیز برای هر دو الگوریتم بدست آمده است. تاثیر سرعت به روز شدن توان نیز در الگوریتم‌های مزبور نشان داده شده است.

فهرست

فصل ۱ مقدمه ۱
۱-۱ پیشگفتار ۲
۱-۲ کنترل توان ٦
۱-۳ کار پژوهشی انجام شده ۷
۱-٤ مرور مطالب ۸
فصل ۲ طراحی سلولی ۹
۲-۱ مقدمه ۱۰
۲-۲ مفهوم سلولی ۱۰
۲-۲-۱ محسنات سیستم سلولی ۱۲
۲-۲-۲ معایب سیستم سلولی ۱۳
۲-۳ روشهای دسترسی ۱۳
۲-۳-۱ FDMA یا روش دسترسی فرکانسی ۱۳
۲-۳-۲ TDMA یا روش دسترسی زمانی ۱٤
۲-۳-۳ روش ترکیبی FDMA / TDMA ۱۵
۲-٤ تخصیص کانال ۱٦
۲-٤-۱ FCA یا تخصیص کانال ثابت ۱٦
۲-٤-۱-۱ تخصیص غیر یکنواخت کانال ۱۷
۲-٤-۱-۲ امانت‌گیری ایستا ۱۷
۲-٤-۲ DCA یا تخصیص کانال پویا ۱۸
۲-٤-۳ مقایسه بین FCA و DCA ۱۹
۲-٤-٤ HCA یا تخصیص کانال مختلط ۲۰
۲-۵ تخصیص کانال ایستا ۲۱
۲-۵-۱ مفروش‌سازی ۲۱

۲-۵-۲ طراحی سلولی مبتنی بر هندسه شش‌ضلعی منظم ۲۲
۲-۵-۲-۱ رابطه بین تعداد گروه (اندازه خوشه) و فاصله استفاده مجدد فرکانسی ۲٤
۲-۵-۲-۲ هم‌کانالی‌ها ۲۵
۲-٦ آنتن‌های جهتی ۲۵
۲-۷ طراحی سلولی خودکار ۲۷
فصل ۳ مدل سیستم ۲۹
۳-۱ مقدمه ۳۰
۳-۲ مفاهیم کلی ۳۰
۳-۲-۱ ناحیه سرویس‌دهی ۳۰
۳-۲-۲ مسیرهای رو به بالا و رو به پایین ۳۱
۳-۳ معیار QoS ۳۲
۳-٤ مدل سیستم ۳۲
۳-٤-۱ تخصیص منابع ۳۲
۳-٤-۲ ماتریس بهره مسیر ۳۵
۳-٤-۳ مدل SIR ۳۵
۳-٤-٤ کانالهای متعامد ۳٦
فصل ۴ کنترل توان ۳۸
٤-۱ مقدمه ۳۹
٤-۲ کنترل توان ۳۹
٤-۲-۱ حالت دو کاربر ٤۱
٤-۲-۲ ماتریس بهره نرمالیزه شده ٤۲
٤-۳ موازنهٔ SIR ٤٤
٤-٤ الگوریتم SRA (الگوریتم برداشت) ٤۷

٤-٥ کنترل توان توزیع شده ٤٧
٤-٥-١ روش تکرار ٤٧
٤-٥-١-١ الگوریتم DPC ٤٨
٤-٥-١-٢ الگوریتم USOPC ٤٩
٤-٥-٢ همگرایی روش تکرار ٤٩
٤-٥-٣ سرعت همگرایی در روش تکرار ٥٠
٤-٥-٣-١ مقایسه سرعت همگرایی DPC و USOPC ٥١
٤-٥-٤ تابع تداخل استاندارد ٥٣
٤-٥-٥ کنترل توان محدود شده ٥٤
٤-٥-٥-١ الگوریتم DCPC ٥٥
٤-٥-٥-٢ الگوریتم CSOPC ٥٦
٤-٥-٦ توازن SIR توزیع یافته ٥٦
٤-٥-٦-١ الگوریتم DB (الگوریتم موازنه توزیع یافته) ٥٦
٤-٦ حذف فرستنده ٥٧
٤-٧ کنترل توان چند نرخی ٥٨
فصل ٥ شبیه‌سازی ٦٠
٥-١ مقدمه ٦١
٥-٢ مشخصات مدل سیستم ٦٢
٥-٣ ارسال توان ثابت ٦٥
٥-٤ تاثیر ω بر روی عملکرد الگوریتم USOPC ٦٦
٥-٥ تاثیر الگوریتم‌های کنترل توان بر روی کارآیی سیستم ٧٢
٥-٦ مقایسه DCPC و CSOPC ٧٤
٥-٦-١ احتمال قطع شدن ٧٤

۵-٦-۲ توان مصرفی کاربران ۷٦
۵-٦-۳ تاثیر سرعت به روز شدن توان ۷۹
فصل ۶ نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۸۲
٦-۱ نتیجه‌گیری ۸۳
٦-۲ پیشنهادات ۸٦
ضمیمه الف ۸۸
الف-۱ مقدمه ۸۹
الف-۲ روش تکرار ۸۹
الف-۳ تعاریف و قضایا ۹۱
الف-۳-۱ شعاع طیفی ماتریس ۹۱
الف-۳-۲ کاهش‌پذیری ماتریس ۹۲
الف-٤ تئوری گراف ۹۳
الف-۵ ماتریس‌های غیر منفی ۹۵
الف-٦ روش تکرار ژاکوبی ۹۵
الف-٦-۱ همگرایی روش تکرار ژاکوبی ۹۷
الف-۷ روشهای دیگر ۹۷
الف-۷-۱ روش تکرار گاوس ـ سیدل ۹۷
الف-۷-۲ روش تکرار successive overlaxation ۹۸
مراجع ۱۰۰
فهرست واژه‌ها ۱۰٤

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه شده در آزمایشگاه

فصل ۱

مقدمه

۱–۱ پیشگفتار

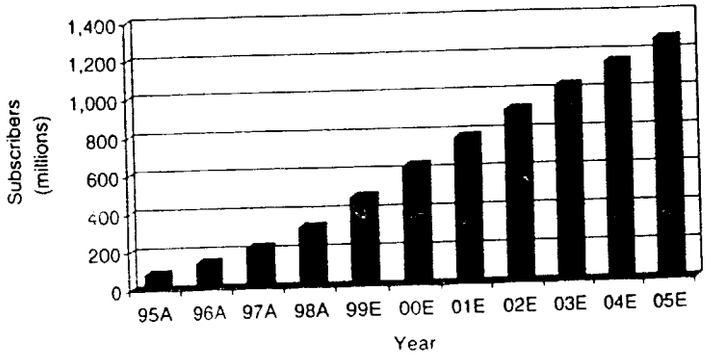
۱–۲ کنترل توان

۱–۳ کار پژوهشی انجام شده

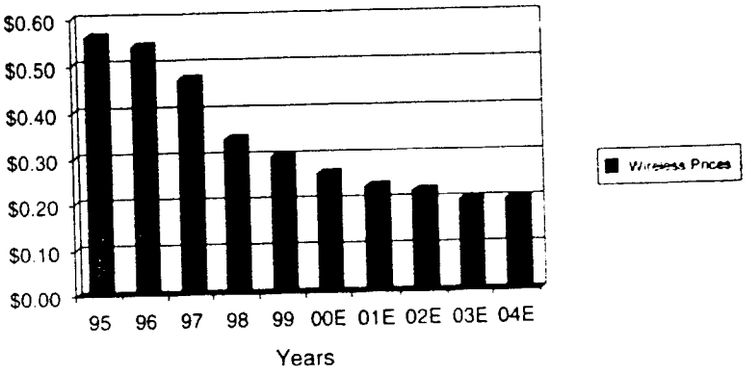
۱–۴ مرور مطالب

۱-۱ پیشگفتار

آمارهـا نشـان می‌دهند که به موازات رشد تعداد کاربران در سطح جهان، متوسط نرخ مکالمات نیز کـاهش می‌یابد [۱]. این مطلب در اشکال (۱-الف) و (۱-ب) نشان داده شده است. انتظار می‌رود که تعداد گوشی‌های خریداری شده تا سال ۲۰۰۳، بیش از تعداد کامپیوترهای شخصی باشد.



شکل (۱-الف) پیش‌بینی تعداد کاربران سیار در سطح جهان [۱]



شکل (۱-ب) متوسط نرخ قیمت در هر دقیقه [۱]

بـا توجـه بـه رشد تقاضا برای مخابرات سیار و به منظور دسترسی به حداکثر ظرفیت، باید استفاده مؤثـری از طـیف قابل دسترس به عمل آید. روشهای مختلفی به منظور افزایش ظرفیت سیستم در دسـترس کـه برابـر بـا حداکـثر تعـداد کاربرانـی کـه در واحد سطح (کیلومتر مربع) بطور همزمان مـی‌تواننـد سـرویس‌دهـی شـوند تعـریف می‌گردد، وجود دارد. مثالهایی از این روشها عبارتند از:

تقسیم سلولی، تخصیص کانال دینامیکی، کنترل توان (PC[1])، ارسال منقطع (DTX[2])، جهش فرکانسی کند(SFH[3])، آنتن‌های جهتی و آنتن‌های هوشمند[4]. می‌توان با ترکیب هر یک از این روشها با یکدیگر، کارآیی سیستم را بهبود بخشید.

در روش تقسیم سلولی، در صورتیکه یک سلول واقع در ناحیه ترافیکی با چگالی بالا، پاسخگوی ظرفیت نباشد، تعدادی سلول جایگزین آن شده و بدین ترتیب ظرفیت شبکه افزایش می‌یابد. اما متقابلاً پیچیدگی چنین ساختاری افزایش خواهد یافت. اگرچه با کاهش اندازه سلولی می‌توان به ظرفیت بالاتری دست یافت ولی این کار محدودیت‌های خاص خود را دارد. از جمله می‌توان به افزایش عمل دست به دست شدن[5] اشاره کرد که پیچیدگی سیستم را افزایش می‌دهد. علاوه بر این استفاده مؤثر از طیف رادیویی از نقطه نظر هزینه سرویس‌دهی نیز از اهمیت برخوردار است، چراکه تعداد ایستگاههای پایهٔ مورد نیاز به منظور سرویس‌دهی یک ناحیه معین، پارامتر مهمی است. کاهش تعداد ایستگاههای پایه و در نتیجه هزینه سرویس‌دهی، از طریق استفاده بسیار مؤثر از طیف رادیویی قابل وصول است.

می‌توان با کاهش فاکتور استفاده مجدد فرکانسی به راندمان طیفی بالایی دست یافت [۲]. نتیجه این عمل افزایش تداخل هم کانالی و کاهش کیفیت ارسال خواهد بود. بنابراین بررسی روشهایی که موجب افزایش مصونیت تداخل ناشی از شبکه‌های رادیویی سلولی می‌باشند، به شدت مورد علاقه واقع شده‌اند.

برای این منظور ممکن است سیستم‌ها به گونه‌ای طراحی شوند که یا در مقابل نسبت سیگنال به تداخل پایین مقاوم باشند (با اعمال مدولاسیون و کدینگهای مؤثر) و یا به کمک روشهای طراحی سلولی کارآمد، مقدار تداخل را کاهش دهند. برای مثال می‌توان از روش تخصیص کانال دینامیکی

1- Power Control

2- Discontinues Transmission

3- Slow Frequency Hopping

4- Smart Antenna

5- handover

(با تطبیق‌پذیری طراحی سلولی بطوریکه با توجه به ترافیک و شرایط انتشاری غیر پیش‌بینی شده وفق‌پذیر است) به منظور کاهش تداخل استفاده نمود.

SFH به علت دارا بودن خواص دایورسیتی فرکانسی[1] و میانگین تداخلی[2] بطور گسترده‌ای در شبکه‌های TDMA و GSM بکار می‌رود. بهره ناشی از دایورسیتی فرکانسی وابسته به سرعت و بهره حاصله از دایورسیتی تداخلی وابسته به طراحی فرکانسی و بار شبکه می‌باشد [۳]. استفاده از جهش کند فرکانسی سبب افزایش کارآیی در فیدینگ چند مسیره[3] و کاهش نسبت C/I لازم می‌گردد. الگوریتم به دو طریق چرخشی[4] و شبه تصادفی[5] قابل پیاده‌سازی است [٤].

کنترل توان، روشی است که با توجه به مشخصات رادیویی محیط و به منظور بهبود کیفیت سیگنال، توان هریک از فرستنده‌ها را تنظیم می‌کند. این کار با تخصیص سطوح مختلف توانهای ارسالی به کاربران مختلف و برای جبران تضعیف‌های متفاوتی که هر یک از آنان مواجه هستند، انجام می‌گیرد. این عمل سبب اجتناب از ارسال توان بزرگ غیر ضروری می‌گردد.

نتیجه کار یک کیفیت خوب ارتباطی (با کاهش تداخل) است، درحالیکه توان ارسالی مصرف شده به حداقل برسد. اگر چه کنترل توان برای هر دو مسیر رو به بالا[6] و رو به پائین[7] قابل پیاده‌سازی است، ولی به دلیل مزیت کاربرد آن در سیار، غالباً در مسیر رو به بالا به کار می‌رود. این کار سبب می‌شود تا انرژی باطری نیز ذخیره شده و عمر آن افزایش یابد.

با اعمال کنترل توان، تداخل در شبکه با استفاده از حداقل توان لازم که ارتباط را برقرار نگه می‌دارد، کاهش یافته و با رعایت این نکته در طراحی سلولی، امکان بهره‌گیری از فرکانس استفاده مجدد بیشتری را خواهیم داشت.

1- frequency diversity
2- interference averaging
3- multipath fading
4- cyclic
5- pseudo random
6- uplink
7- downlink