پنجمین کنفرانس سیستمهای فازی ایران
هفدهم الی نوزدهم شهریورماه ۱۳۸۳
دانشگاه امام حسین (ع) ۱۳۶۵

تخصیص فازی کانال پویا در سیستمهای موبایل سلولی

ترگل انوری نژاد[۱]، محمدرضا میبدی[۲]
آزمایشگاه محاسبات نرم ـ دانشکده مهندسی کامپیوتر ـ دانشگاه صنعتی امیرکبیر
meybodi@ce.aut.ac.ir

چکیده

یکی از مشکلات شبکه‌های موبایل سلولی، تعداد روزافزون کاربران آن و محدودیت تعداد کانالهاست. تا کنون الگوریتم‌های تخصیص کانال متعددی برای استفاده بهتر از کانالها و در نتیجه افزایش ظرفیت سیستم یعنی کاهش نرخ توقف درخواستها پیشنهاد شده‌است. اغلب الگوریتمهای گزارش شده برای تخصیص کانال الگوریتمهایی هستند که تحت شرایط قطعی، عمل تخصیص کانال را انجام میدهند. به عبارت دیگر جداسازی کانالها از یکدیگر به صورت قطعی انجام میگیرد و کانالها در صورت عدم تداخل قطعی برای تخصیص کاندید میشوند. قطعیتی که در جداسازی کانالها وجود دارد، سبب میشود مجموعه تخصیص داده شده به هر سلول در شبکه های موبایل کوچک باشد. یکی از راهکارهایی که برای بالابردن تعداد کانالهای در دسترس سیستم به ذهن میرسد، صرفنظر کردن از عدم تداخل قطعی بین کانالهاست. یعنی یک کانال به یک درخواست اختصاص داده میشود حتی اگر تا حدودی با کانالهای اشغال شده در شبکه تداخل داشته باشد. استفاده از منطق فازی میتواند به عنوان یک راهکار برای پیاده‌سازی تداخل غیر قطعی مورد توجه قرار گیرد. تا آنجاییکه نگارندگان این مقاله مطلع هستند دو تحقیق در جهت فازی سازی الگوریتمهای تخصیص کانال توسط حلیم و همکارانش انجام گرفته است. نتیجه این تحقیقات منجر به معرفی دسته جدیدی از الگوریتمهای تخصیص کانال فازی گردید. در این مقاله یک الگوریتم جدید مبتنی بر اتوماتای سلولی فازی برای تخصیص کانال پیشنهاد می‌شود و با دیگر الگوریتمها از جمله الگوریتمهای حلیم و همکارانش مقایسه می‌گردد. شبیه‌سازی های کامپیوتری نشان داده است که الگوریتم پیشنهادی در این مقاله دارای نرخ توقف درخواست پایین‌تری نسبت به دیگر الگوریتمهای گزارش شده می‌باشد.

کلمات کلیدی: تخصیص کانال، تخصیص کانال پویا، تخصیص فازی کانال پویا، اتوماتای سلولی، اتوماتای سلولی فازی.

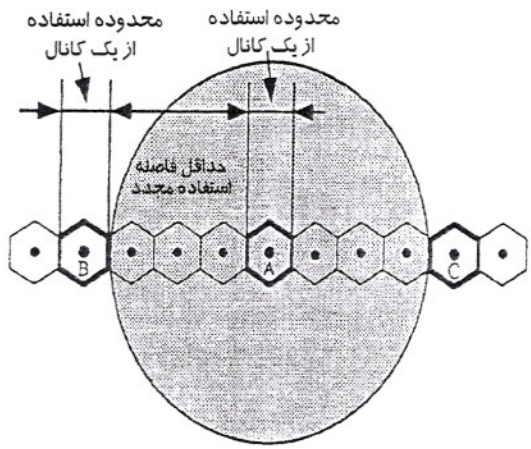
۱- مقدمه

یکی از مسائل بنیادی شبکه‌های ارتباطی بی‌سیم تخصیص کانالها به درخواستها می‌باشد. با گسترش استفاده از این شبکه‌ها، افزایش درخواستها و از آنجایی که تعداد کانالهای تخصیص داده شده به یک شبکه سیار محدود است، تخصیص بهینه کانالها ضروری می‌باشد. در یک شبکه *سلولی* سیار ناحیه تحت پوشش شبکه به نواحی کوچکتری بنام سلول تقسیم می‌شود. هر سلول دارای یک ایستگاه پایه می‌باشد که وظیفه سرویس‌دهی به کاربران سلول را بر عهده دارد. با توجه به پروتکل انتقال

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۲- استاد گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

(Transmission protocol) استفاده شده در شبکه، مانند تقسیم زمانی دسترسی چندگانه (Time Division-Multiple Access (TDMA)) یا تقسیم فرکانسی دستیابی چندگانه ((Frequency Division-Multiple Access (FDMA))، یک کانال مطابق یک فرکانس رادیویی یا یک بازه زمانی (Time slot) در نظر گرفته می شود و هر کاربر برای برقراری ارتباط از یک (یا چند) کانال استفاده می‌کند. با ورود یک درخواست به یک سلول در صورت وجود کانال آزاد در آن سلول، درخواست مذکور پذیرفته و کانالی به آن تخصیص داده می‌شود. در غیر اینصورت درخواست فوق رد می‌گردد. یکی از ویژگیهای مهم شبکه‌های سلولی، استفاده مجدد کانال (Channel reuse) است. این ویژگی سبب می‌شود که بتوان بطور همزمان از یک کانال در دو (یا چند) سلول که به اندازه کافی از یکدیگر فاصله دارند و تداخل هم-کانالها (Co-channel interference) در آنها رخ نمی‌دهد، استفاده کرد. به کمترین فاصله لازم بین دو سلولی که بطور همزمان از یک کانال استفاده می‌کنند، *حداقل فاصله استفاده مجدد* (Minimum reuse distance) گفته می‌شود (شکل). در چنین شبکه‌ای کاربران دائماً در حال حرکت هستند و ممکن است یک کاربر در حین ارتباط به سلول دیگری وارد شود. با ورود این کاربر به سلول جدید باید کانال در حال استفاده به سلول قبل تحویل داده شده و از سلول جدید درخواست کانال شود. به این فرایند تحویل کانال (Handoff) گفته شده و باید از دید کاربر پنهان نگهداشته شود. اگر سلول جدید دارای کانال آزاد نباشد، درخواست تحویل کانال فوق قطع می‌گردد. یکی از اهداف مساله تخصیص کانال، تخصیص بهینه‌ی کانالها به درخواستها است، بصورتیکه احتمال رد درخواستهای جدید (Blocking probability) و احتمال قطع درخواستهای تحویل کانال[1] (Force termination probability) که دو معیار کیفیت سرویس در شبکه‌های سلولی سیار بشمار می‌رود، کمینه گردد.



شکل ۱- حداقل فاصله استفاده مجدد در شبکه فوق ۳ می‌باشد و در نتیجه کانال استفاده شده در سلول A را می‌توان در سلولهای B و C استفاده کرد.

استراتژیهای تخصیص کانال به دو گروه عمده به نامهای تخصیص کانال ثابت و تخصیص کانال پویا تقسیم می شوند[۴،۵،۲،۳]. در روش تخصیص کانال ثابت، تخصیص کانال برای هر سلول به طور ثابت و دایمی انجام می گیرد، به این صورت که بعد از طرحریزی دقیق فرکانس، به هر سلول یک مجموعه کانال اختصاص می یابد و این مجموعه ها در مدت زمانی طولانی تغییر نخواهند کرد. ایستگاههای پایه در هر سلول فقط از کانالهای تخصیص یافته به سلول برای سرویس دهی به مکالمات درون سلول استفاده می کنند. بعد از پیکربندی سیستم سلولی و تعیین مجموعه کانال اختصاص یافته به هر سلول، استفاده از روش تخصیص کانال ثابت، ساده می باشد. ولی این روش به طور بهینه از کانال استفاده نمی‌کند. اگر بار ترافیک در سلول بیش از تعداد کانالهای نامی (کانالهایی که به طور ثابت به سلول اختصاص یافته اند) سلول باشد بار اضافی بدون توجه به وضعیت در

1 Force termination probability

دیگر سلولها، بلوکه خواهد شد. این وضعیت برای شبکه های سلولی سیار بسیار محدود کننده می باشد و استراتژی های مختلفی برای حداکثر کردن میزان استفاده از کانال و کم کردن نرخ بلوکه شدن مکالمات ارائه گردیده است. روشهایی که از استراتژی قرض گیری کانال استفاده می کنند، با اجازه دادن به یک سلول برای استفاده از کانالهای سلولهای دیگر، از مفهوم اولیه تخصیص کانال ثابت متمایز می شوند. قرض گیری کانال در یک سلول وقتی اتفاق می افتد که کانال آزادی در مجموعه کانال اختصاص یافته به سلول برای پشتیبانی از درخواستهای کانال (که توسط مکالمات جدید یا تحویل کانال به وجود می‌آید.) وجود نداشته باشد و یا تعداد کانال مشغول در یک سلول به یک حد آستانه خاص رسیده باشد. در مقابل در استراتژی تخصیص کانال پویا هیچ گونه تخصیص کانال ثابت برای سلولهای شبکه وجود ندارد. تمام کانالهای فرکانسی سیستم در یک حوضچه مرکزی نگهداری می شوند. وقتی یک درخواست کانال در یکی از ایستگاههای پایه به وجود می آید، ایستگاه پایه با در نظر گرفتن تمام شرایط و محدودیت های تداخل سیگنال، مناسب ترین کانال که حداکثر کارایی را به همراه دارد را انتخاب می کند. کانال انتخاب شده در طول مدت مکالمه در اختیار سلول می باشد و بعد از پایان یافتن مکالمه کانال به حوضچه مرکزی برگردانده می شود و یا برای استفاده در اختیار میزبان سیار دیگری در همین سلول قرار می گیرد[۸].

حل مسئله تخصیص کانال به صورت دقیق یک مسئله NP است و به همین دلیل الگوریتمهای تقریبی متعددی برای حل آن گزارش شده است که میتوان به الگوریتم‌های ژنتیکی[۱۲]، تابکاری فلزات (Simulated Annealing) [۱۲]، جستجوی TABU [۱۲]، شبکه‌های عصبی [۹]، برنامه سازی پویای نورونی (Neuro-Dynamic Programming) [۱۰] و یادگیری Q [۱۱] اشاره نمود. در تمام استراتژی‌های سنتی تخصیص کانال به صورت پویا، دانش و تجربه بدست آمده در طول کار سیستم به دست فراموشی سپرده می‌شود. اگر چه استراتژی‌هایی بر پایه شبکه‌های عصبی طراحی شده‌اند و در آنها از آموزش بهره برده شده است اما در همه آنها داشتن یک ناظر خوب (یک استراتژی شناخته شده تخصیص پویای کانال) ضروری است. به نظر می‌رسد که استفاده از روشهای یادگیری بدون نیاز به داشتن استراتژی معین و شناخته شده بتواند گره‌گشای این مشکل باشد [۱۱].

جدا از اینکه چه راهکاری برای جستجوی کانال پیاده‌سازی شود، اغلب طرحهای پیشنهادی برای تخصیص کانال، الگوریتمهایی هستند که تحت شرایط قطعی، عمل تخصیص کانال را انجام میدهند. به عبارت دیگر جداسازی کانالها از یکدیگر به صورت قطعی بوده و کانالها در صورت عدم تداخل قطعی برای تخصیص کاندید میشوند. این موضوع حداقل کانالهای اختصاصی ممکن به یک سلول و سلولهای هم-کانالش را به عنوان مجموعه کانالهای در دسترس، مشخص میکند. قطعیتی که در جداسازی کانالها وجود دارد، سبب میشود این مجموعه کوچک باشد.

صرف‌نظر از در نظر گرفتن استراتژی الگوریتم تخصیص کانال و پیاده‌سازی آن، تعداد کانالهای در دسترس برای تخصیص، رابطه مستقیمی با کارایی الگوریتم دارد. هرچه این تعداد بزرگتر باشد، کارایی الگوریتم بالاتر میرود یعنی میزان توقف درخواستها کمتر میشود. الگوریتمها و راهکارهای مختلفی که تا کنون ارایه شده‌اند از آنجا که منبع موجود در سیستمهای سیار ثابت و محدود است، با استفاده از راهکارهای معمول، تعداد کانالهای در دسترس سیستم برای تخصیص از یک میزان مشخص بالاتر نخواهد رفت.

روش دیگری که برای بالابردن تعداد کانالهای در دسترس سیستم به ذهن میرسد، صرفنظر کردن از عدم تداخل قطعی بین کانالها است. یعنی اگر یک کانال کاندید تا حدودی با کانالهای مشغول در سیستم تداخل دارد، به درخواست موجود در سلول اختصاص داده میشود. یکی از راه کارهایی که برای این این منظور میتوان استفاده کرد استفاده از منطق فازی برای تخصیص کانال میباشد. تا آنجاییکه نگارندگان این مقاله مطلع هستند دو تحقیق در جهت فازی سازی الگوریتمهای تخصیص کانال انجام گرفته است. هر دو تحقیق توسط حلیم و همکارانش انجام گرفته است[۱و۶]. نتیجه تحقیقات انجام شده منجر به معرفی دسته جدیدی از الگوریتمهای تخصیص کانال پویای توزیعی به نام تخصیص فازی کانال پویای توزیعی شد. آنها ابتدا در[۶] بر پایه الگوریتم LP_DDCA الگوریتم فازی توزیعی جدیدی با نام AF_DDCA ارایه دادند. با توجه به نتایج خوبی که این الگوریتم فازی از خود نشان داد، آنها مبادرت به فازی سازی دو الگوریتم simple و max available کردند [۱]. آنها این دو الگوریتم را به ترتیب AFS_DDCA و AFMA_DDCA نامیدند.

در این مقاله روشی مبتنی بر اتوماتای سلولی فازی برای تخصیص کانال پیشنهاد می‌شود و با الگورتیمهای حلیم و همکارانش مقایسه میگردد. شبیه سازی های کامپیوتری نشان داده است که الگوریتم پیشنهادی در این مقاله دارای نرخ توقف درخواست پایین تری نسبت به دیگر الگوریتمهای فازی گزارش شده می‌باشد. در روش پیشنهادی، تخصیص کانال با توجه به شرایط خود سلول و همسایگانش صورت می‌گیرد. زمانی که از منطق فازی برای تخصیص کانال استفاده میشود باید توجه داشت که هزینه پایین آوردن کیفیت سرویس در مقابل تخصیص کانال و عدم توقف درخواستها تا جایی قابل قبول است که لطمه شدیدی به کیفیت سرویس‌دهی در سیستم نزند، گر چه در سیستمهای سیار پایین آمدن کیفیت سرویس تا حدودی بر توقف درخواست برتری دارد.

ادامه این مقاله بصورت زیر سازماندهی شده است ابتدا در بخش دوم، کارهایی که تا کنون در این زمینه انجام گرفته است را مطالعه میکنیم. در بخش سوم اتوماتای سلولی فازی شرح داده میشود. بخش چهارم، الگوریتم پیشنهادی تخصیص کانال که مبتنی بر اتوماتای سلولی فازی میباشد را ارایه میکند. نتایج شبیه‌سازی در بخش پنجم آمده است. بخش نهایی نتیجه گیری میباشد.

۲- الگوریتمهای تخصیص کانال فازی

کارایی الگوریتمهای تخصیص کانال مستقل از نحوه پیاده‌سازی آنها به تعداد کانالهای در دسترس برای تخصیص وابسته است. این تعداد با توجه به شرایط جداسازی کانال تعریف میشود. که با در نظر گرفتن بدترین شرایط برای موقعیت کاربر و شرایط انتشار کانال صورت میگیرد. در نظر گرفتن این قبیل فرضهای محتاطانه در حجم بالا میتواند سبب کاهش قابل توجهای در کارایی سیستم شود. بر این اساس حلیم و همکارانش (Haleem and et al) در [۱و۶] تحقیقاتی بر روی تاثیر نقض این شرایط بر روی توان عملیاتی سیستم انجام دادند. در روشهای ارایه شده توسط آنها ، در برخی مواقع، شرایط عدم تداخل قطعی کانالها رعایت نمیشود. نتیجه این تحقیقات منجر به پیدایش و معرفی دسته جدیدی از الگوریتمهای تخصیص کانال پویا توزیعی به نام تخصیص کانال پویا توزیعی فازی AF_DDCA شد.

در روشی که حلیم و همکارانش ارایه دادند، برای محاسبه تعداد کانالهای در دسترس و تعداد کانالهای آزاد قابل تخصیص، از منطق فازی بهره گرفته میشود. امکان تخصیص(feasibility) هرکانال مقداری فازی در بازه [01] است. اگر این مقدار برابر یک باشد، کانال کاملاً قابل تخصیص و اگر صفر باشد، کاملاً غیر قابل تخصیص است. بین این دو مقدار حالتهای میانی یا فازی را داریم. هر چه این مقادیر به یک نزدیکتر باشند، کانال برای تخصیص مناسبتر است. اما کانالهای با feasibility کمتر از یک، میتواند تحت شرایطی به درخواست اختصاص داده میشوند، که عوامل متفاوتی میتوانند تعیین کننده این شرایط باشند.

در الگوریتمهای ارایه شده توسط حلیم و همکارانش، هر گاه ترافیک سلول از مقدار مشخصی بیشتر شود سلول حالت متجاوزانه به خود گرفته و درخواست را با کانالی با feasibility کمتر از یک سرویس‌دهی میکند. در بخش ۱. ۲ الگوریتم را با جزییات بیشتری توضیح داده‌ایم. الگوریتمهای تخصیص کانال فازی با توجه به موارد زیر پیشنهاد شده‌اند:

- اگر دو کانال در فرکانسهای نزدیک به هم قرار داشته باشند، تداخل سنگینی با یکدیگر دارند. هرچه باند فرکانسی حامل دو کانال فاصله بیشتری از یکدیگر داشته باشند، جداسازی دو کانال از یکدیگر بیشتر است و تداخلشان کاهش میابد. تعیین قبول / رد یک کانال با شرایط قطعی مناسب نیست و ریاضیات کلاسیک نمیتواند جوابهای مطلوبی را فراهم کند. استفاده از منطق فازی، میتواند روش مناسبتری برای انتخاب کانال آزاد فراهم کند.
- در برخی از شرایط، ممکن است کاربران افزایش سرویس دهی را بر کاهش جزیی کیفیت سرویس ترجیح بدهند. بنابراین زمانیکه نرخ ترافیک در یک سلول از یک حد آستانهای بالاتر باشد، تغییر شرایط انتخاب از قطعی به غیر قطعی میتواند نرخ توقف درخواستها در سلول را کاهش دهد.

در ادامه این بخش به بررسی مطالعاتی که حلیم و همکارانش در [۱و۶] انجام داده‌اند میپردازیم. آنها ابتدا در[۶] یک الگوریتم تخصیص کانال توزیعی فازی با نام AF_DDCA ارایه دادند. با توجه به نتایج خوبی که این الگوریتم تولید نمود آنها

مبادرت به فازی سازی دو الگوریتم simple و max available کردند[۱]. آنها این دو الگوریتم را به ترتیب AFS_DDCA و AFMA_DDCA نامیدند. در ادامه این قسمت شرح مفصلتری در باره این سه الگوریتم آمده است.

۱-۲- الگوریتم AF_DDCA

اساس کار الگوریتم پیشنهادی حلیم و همکارانش در [۶] بر پایه الگوریتم LP-DDCA است که در سال ۱۹۹۳ توسط I Chao & ارایه شد. در این روش هر ایستگاه پایه، کانالها را با استفاده از ماتریسی از کانالهای مشغول (ACO) به درخواستها اختصاص میدهد. این ماتریس حاوی اطلاعات محلی لازم برای ایستگاه پایه، به منظور تصمیم گیری درباره تخصیص کانال است. اگر تعداد کل کانالهای سیستم را M فرض کنیم، و هر سلول با n سلول مجاور خود تداخل داشته باشد، ماتریس دارای n+1 سطر و M+1 ستون است. M ستون اول مربوط به M کانال در دسترس سیستم است. در سطر اول اطلاعات کانالهای مشغول در سلول مربوطه و n سطر بعد حاوی اطلاعات سلولهای متداخل است. ستون آخر ماتریس تعداد کانالهای در دسترس برای هر سلول را نشان میدهد. به عبارت دیگر در این ماتریس ستون خالی به معنی آزاد بودن کانال متناظر با آن ستون میباشد. با رسیدن درخواست به هر سلول، ایستگاه پایه آن سلول با استفاده از ماتریس ACO اولین کانال آزاد را پیدا میکند و به درخواست اختصاص میدهد. پس از این اختصاص، ماتریس ACO کلیه سلولهای متداخل و همچنین خود سلول بروز میشوند. در مرحله بعد پارامترهای فیزیکی را به توابع عضویتی که با مفاهیم فازی توصیف میشوند، نگاشت میکنیم. برای این منظور، لازم است دو مفهوم داغی (hotness) و امکان تخصیص (feasibility) را به ترتیب برای هر سلول و کانال مشخص کنیم. داغی نرخ ترافیک هر سلول به میانگین نرخ ترافیک کل سلولها میباشد. هرگاه در سلولی این نرخ بزرگتر از واحد شود، آن سلول را داغ (hot) گوییم. از آنجا که شرایط ترافیکی سلولها متفاوت است پارامتر داغی برای سلولهای مختلف متفاوت است. قبل از بررسی این الگوریتم برخی پارامترهای مورد نیاز را تعریف میکنیم.

امکان تخصیص همزمان دو کانال f_k در سلول i و f_l در سلول j را با تابع عضویت ξ_{ij} و به عنوان فاصله طیفی بین دو کانال به صورت زیر تعریف میکنیم:

$$u_{i,j}(f_k,f_l)=\xi_{i,j}|f_k-f_l| \qquad (۱)$$
$$i,j=1,\ldots,N$$
$$k,l=1,\ldots,M$$

کهN تعداد کل سلولهای شبکه و M تعداد کل کانالهای موجود در سیستم است. با استفاده از معادله (۱,۴) ماتریس سازگاری فازی، از توابع عضویت فازی، را به صورت زیر تعریف میکنیم:

$$\begin{bmatrix} \xi_{11} & \xi_{12} & \cdots & \xi_{1N} \\ \xi_{21} & \xi_{22} & \cdots & \xi_{2N} \\ & & & \\ \xi_{N1} & \xi_{2N} & \cdots & \xi_{NN} \end{bmatrix} \qquad (۲)$$

با رسیدن درخواست به سلول i_0، برای هر کانال مفروض f_k که k =1,...,M، محاسبات زیر انجام میگیرد: به ازای هر کانال f_l، l=1,...,M، که در سلول i_n مشغول باشد، با استفاده از ماتریس ACO فاصله طیفی بین هر دو کانال k و l یعنی $|f_k-f_l|$ محاسبه میشود. سپس با استفاده از این مقدار و ماتریس سازگاری، میزان امکان تخصیص همزمان دو کانال k و l یعنی $(u_{i_0,i_n}(f_k,f_l))$ محاسبه میشود. با مشخص شدن میزان سازگاری دو کانال، امکان تخصیص کانال f_k با استفاده از رابطه (۳) محاسبه میشود. به این ترتیب میزان قابل تخصیص بودن هر کانال، تعیین و سپس کانال با بالاترین میزان امکان تخصیص انتخاب میشود.

$$u_{i_0}(f_k)=\prod_{n=0}^{n_0}\prod_{l=1}^{M} u_{i_0,i_n}(f_k,f_l) \qquad (۳)$$

پس از تعیین داغی سلول و امکان تخصیص کانال کاندید، با استفاده از قوانین استنتاج فازی زیر درباره سرویس‌دهی یا توقف درخواست تصمیم‌گیری می‌شود. نتایجی که حلیم و همکارانش در [۶] گزارش داده‌اند، حاکی از بهبود این الگوریتم نسبت به الگوریتمهای شناخته شده است.

R1: If feasibility LOW, then BLOCK
R2: If feasibility HIGH, then HONOR
R3: If feasibility MEDIUM and hotness LOW, then BLOCK
R4: If feasibility MEDIUM and hotness HIGH, then HONOR

۲-۲- الگوریتم AFS-DDCA

در این الگوریتم همانند الگوریتم simple اولین کانال در دسترس را به درخواست اختصاص میدهد، با این تفاوت که در این الگوریتم با توجه به وضعیت هر کانال در هر سلول یک مقدار فازی به آن کانال اختصاص داده میشود. کانالی که بالاترین مقدار عضویت را داشته باشد، به درخواست اختصاص داده میشود. الگوریتم به صورت زیر عمل میکند: با رسیدن درخواست در سلول، ابتدا کلیه کانالهایی که امکان تخصیصشان از یک مقدار آستانه بالاتر باشد را پیدا میکنیم. سپس کانال با بیشترین امکان تخصیص به درخواست اختصاص داده میشود. مقدار آستانه با توجه به شرایط محیط انتخاب میشود. اگر چند کانال دارای امکان تخصیص یکسان باشند، کانال با کمترین شماره انتخاب میشود. اما اگر هیچ کانالی با امکان تخصیص بزرگتر از مقدار آستانه وجود نداشته باشد، آستانه را کاهش داده و مجدداً الگوریتم را تکرار میکنیم. اگر مجدداً کانالی پیدا نشود، درخواست متوقف میشود. این الگوریتم نسبت به الگوریتم simple بهبود قابل ملاحظه‌ای را از خود نشان میدهد [۶].

۲-۳- الگوریتم AFMA-DDCA

این الگوریتم مبتنی بر ایده الگوریتم max available میباشد. یعنی کانالها به صورتی به درخواستها اختصاص داده میشوند که میزان توقف درخواستهای آینده را حداقل کند. ایستگاه پایه، با رسیدن درخواست، امکان تخصیص کلیه کانالها را محاسبه میکند. سپس کانالهایی که مقدار تخصیصشان از یک مقدار آستانه بالاتر باشند، از نظر هزینه تخصیص (تعداد توقف درخواستهای اینده) بررسی میشوند. کانالی که کمترین هزینه را داشته باشد، به عنوان کانالی که اختصاص داده خواهد شد، انتخاب میشود. اگر چند کانال دارای هزینه مشابه باشند، کانالی که بالاترین امکان تخصیص را دارد، انتخاب می گردد. مشابه الگوریتم AFS-DDCA اگر کانالی پیدا نشود، مقدار آستانه کاهش پیدا می‌کند و مجدداً الگوریتم تکرار میشود. پس از این مرحله اگر کانال مناسبی پیدا شود، درخواست پاسخ داده شده و در غیر اینصورت درخواست متوقف میشود. حلیم و همکارانش از طریق شبیه‌سازی کامپیوتری روشهای simple، max available و فازی‌سازی شده آنها نشان دادند که الگوریتم max available فازی‌سازی شده، کمترین نرخ توقف درخواستها را داراست.

۳- اتوماتای سلولی فازی

پدر اتوماتای سلولی فازی (Fuzzy Cellular Automata- FCA) مجموعه حالات یک سلول و تابع انتقال محلی فازی هستند. مجموعه حالات یک متغیرهای زبانی هستند. این متغیرهای زبانی با توجه به دانش ما از مساله مورد نظر تعیین میشود. حالت هر سلول در مرحله بعد بستگی به حالت فعلی (متغیر زبانی) سلول و حالات فعلی همسایه هایش دارد. این تغییر حالت توسط تابع انتقال محلی اتوماتای سلولی فازی انجام میگیرد. تابع انتقال محلی برای کلیه سلولها یکسان و یک تابع فازی است. این تابع به این صورت عمل میکند که در هر مرحله مقدار عضویت همسایگی سلول را گرفته و مقدار عضویت آن را در مرحله بعد محاسبه میکند. برای نمایش روند تکامل اتوماتای سلولی فازی، از مقادیر عضویت متغیرهای زبانی سلول در هر لحظه بهره میگیریم و متغیر برای نمایش خروجی یک سلول در هر مرحله بکار میرود. همسایگی برای تمام سلولها یکسان میباشد و در طی زمان بدون تغییر باقی می ماند.

اتوماتای سلولی فازی را میتوان به صورت چهارتایی $\langle Z,S,r,f \rangle$ نمایش داد که Z یک توری منظم n بعدی از سلولها، S مجموعه حالات هر سلول میباشد که هر سلول در هر مرحله می‌تواند یکی از آنها را اختیار کند و مقادیر عضویت این مجموعه در بازه [0 1] قرار دارند، $r \in \aleph$ شعاع همسایگی است و $f: s^{2r+1} \to s$، تابع انتقال فازی است.

برای اطلاعات بیشتر در باره اتوماتای سلولی فازی میتوان به[۷] مراجعه نمود.

۴- الگوریتم پیشنهادی

یک نگاشت یک به یک و پوشا از سلول های شبکه سلولی سیار به سلولهای اتوماتای سلولی فازی ایجاد میشود. در واقع هر سلول از اتوماتای سلولی فازی به یکی از سلولهای شبکه سلولی نسبت داده میشود. این سلول از اتوماتای سلولی فازی وظیفه تخصیص کانال در سلول شبکه متناظر با آن را به عهده دارد. شعاع همسایگی اتوماتا سلولی فازی، برابر حداقل فاصله استفاده مجدد کانال است. با تخصیص و یا آزاد شدن یک کانال در یک سلول، وضعیت آن سلول و سلولهای در همسایگی آن تغییر میکند. در واقع ماتریس ACO در کلیه سلولهای متداخل و همچنین خود سلول بروز میشود. وضعیت سایر سلولها بدون تغییر باقی میمانند. هر ایستگاه پایه در شبکه سلولی سیار به عنوان پردازشگر سلول متناظر خود در اتوماتای سلولی فازی میباشد. تمام خصوصیات هر سلول اتوماتای سلولی فازی از جمله قواعد استنتاج فازی آن در ایستگاه پایه متناظر با آن سلول در شبکه سیار سلولی نگهداری میشود. در الگوریتم پیشنهادی، تخصیص کانال یا عدم تخصیص آن به یک سلول با توجه به شرایط سلولهای همسایه آن سلول و خود سلول صورت میگیرد. هر سلول با استفاده از یک مجموعه از قواعد استنتاج فازی درباره اختصاص یا عدم اختصاص یک کانال تصمیم میگیرد. در زیر الگوریتم پیشنهادی شرح داده شده است.

در این الگوریتم محاسبات مربوط به هر سلول، توسط ایستگاه پایه آن سلول انجام میگیرد. ایستگاه پایه هر سلول، اطلاعات مربوط به کانالهای مشغول خود و همسایگانش را در یک ماتریس ACO نگهداری میکند. این ماتریس، یک ماتریس M*N است. که M تعداد سلولهای همسایگی (خود سلول و سلولهای متداخل با آن) و N تعداد کانالهای موجود در سیستم سلولی است. با مشغول شدن و یا آزاد شدن یک کانال در یک سلول، ماتریس ACO آن سلول و کلیه سلولهای همسایه آن بروز میشود. به عنوان مثال اگر عضو ijام ماتریس، مقدار یک داشته باشد، به این معنی است که کانال jام در سلول iام در حال استفاده است. و اگر این مقدار صفر باشد، یعنی سلول iام در حال استفاده از این کانال نیست. حال با توجه به ماتریس ACO میتوان درباره تخصیص کانال در هر سلول تصمیم¬گیری شود.. در حالتهای قطعی، اگر کانالی در ماتریس ACO علامت نخورده باشد، و نزدیک به بازه فرکانسی کانالهای در حال استفاده نیز نباشد، میتواند به درخواست تخصیص داده شود. در صورتی که چنین کانالی پیدا نشود، درخواست متوقف میشود. اما همانطور که قبلا اشاره شد، در الگوریتم‌های غیر فازی، بدترین شرایط برای جداسازی و تخصیص کانالها در نظر گرفته میشود. به همین دلیل بکارگیری منطق فازی باعث انعطاف پذیری در تخصیص کانالها می گردد در روشهای فازی با توجه به وضعیت همسایگی سلول و کانال در باره تخصیص کانال تصمیم گرفته میشود. این انعطاف‌پذیری باعث افزایش تعداد کانالهای در دسترس برای تخصیص به درخواستها میشود. افزایش تعداد کانالهای در دسترس باعث بهبود کارایی الگوریتم تخصیص میشود. به بیان دیگر باعث افزایش میزان سرویس‌دهی و کاهش تعداد توقفها در شبکه میگردد.

در روشهای فازی، تخصیص کانال تنها با توجه به اطلاعات در ماتریس ACO درباره امکان اختصاص یک کانال تصمیم گیری نمیشود. در این روشها کانالهای با اختلاف فرکانسی مناسب، حتی اگر مشغول باشند میتوانند به یک در خواست تخصیص داده شوند. با استفاده از توابع عضویت فازی درباره مناسب بودن یا نبودن یک کانال برای تخصیص در سلول میتوان تصمیم¬گیری نمود. این توابع عضویت با توجه به موقعیت سلول، شرایط ترافیکی آن و وضعیت کانالها تعیین میشوند.

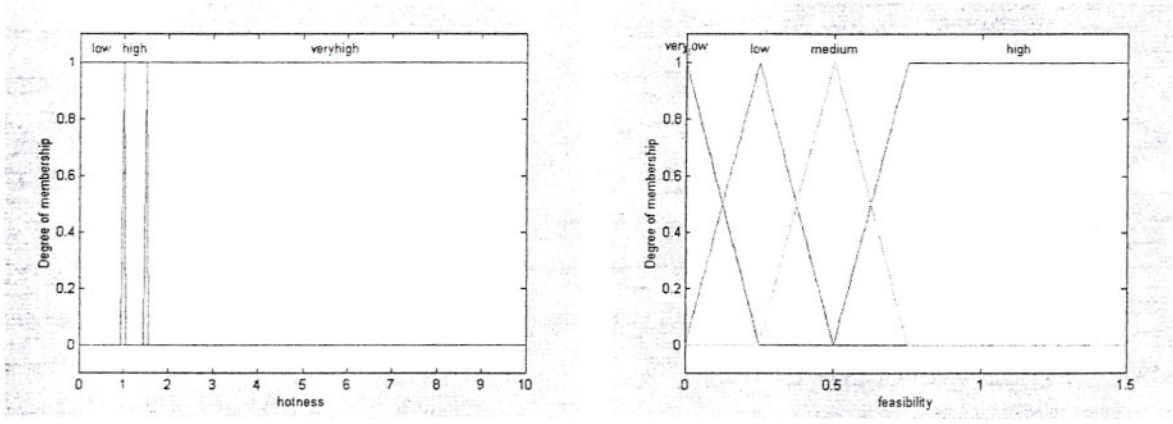
الگوریتم پیشنهادی از دو پارامتر داغی و امکان تخصیص مشابه الگوریتمهای اشاره شده در بخش ۳ استفاده میکند، با این تفاوت که داغی هر سلول با توجه به وضعیت ترافیک سلول در آن سلول و سلولهای همسایگی‌اش تعیین میشود. تعریف داغی در الگوریتم پیشنهادی با تعریف داغی در الگوریتمهای حلیم متفاوت است. این بدان دلیل است که ممکن است ترافیک یک سلول از میانگین ترافیک کل سلولهای شبکه کمتر باشد، اما در همسایگی خودش نسبت به سایرین داغتر باشد. پس از

تعیین پارامتر داغی برای هر سلول، باید کانال مناسبی برای تخصیص تعیین شود. برای این منظور برای هر کانال یک مقدار امکان تخصیص تعریف میشود. این مقدار که متاثر از فاصله استفاده مجدد این کانال با استفاده از توابع عضویت فازی تعیین میشود. مقدار امکان تخصیص برای کلیه کانالها محاسبه شده و کانال با بالاترین مقدار امکان تخصیص انتخاب میگردد. پس از تعیین این دو پارامتر، باید با توجه به شرایط سلول نسبت به تخصیص یا عدم تخصیص آن تصمیم‌گیری کنیم. الگوریتم با استفاده از قوانین استنتاج فازی که در زیرآمده است، در این باره تصمیم گیری میکند.

R۱:	If feasibility is VERYLOW, then assignment is BLOCK
R2:	If feasibility is HIGH, then assignment is HONOR
R3:	If feasibility is MEDIUM and hotness is LOW, then assignment is BLOCK
R4:	If feasibility is MEDIUM and hotness VERYHIGH, then assignment is HONOR
R5:	If feasibility is MEDIUM and hotness HIGH, then assignment is HONOR
R6:	If feasibility is LOW and hotness LOW, then assignment is BLOCK
R7:	If feasibility is LOW and hotness VERYHIGH, then assignment is HONOR
R8:	If feasibility is LOW and hotness HIGH, then assignment is BLOCK

اگر با توجه به قوانین استنتاج فازی فوق کانال مناسبی برای تخصیص یافت شود، به درخواست سرویس داده میشود، در غیر اینصورت درخواست متوقف میگردد. پس از تخصیص کانال، عضو مربوط به آن کانال در ماتریس ACO سلول و کلیه همسایگیهایش بروز میشود.

در صورتی که درخواستی خاتمه یابد، کانال مورد استفاده آن در خواست آزاد میشود. با آزاد شدن هر کانال، کلیه سلولهای همسایگیاش باید ماتریس ACO را بروز نمایند. در شکل ۲ توابع عضویت فازی hotness و feasibility نشان داده شده‌است.

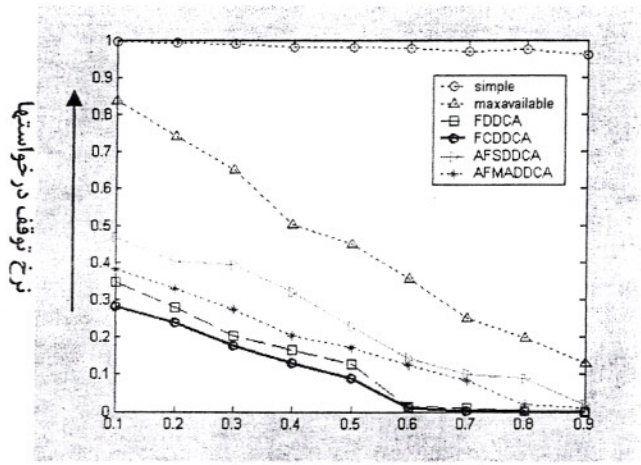


شکل۲- توابع عضویت داغی و امکان تخصیص سیستم فازی

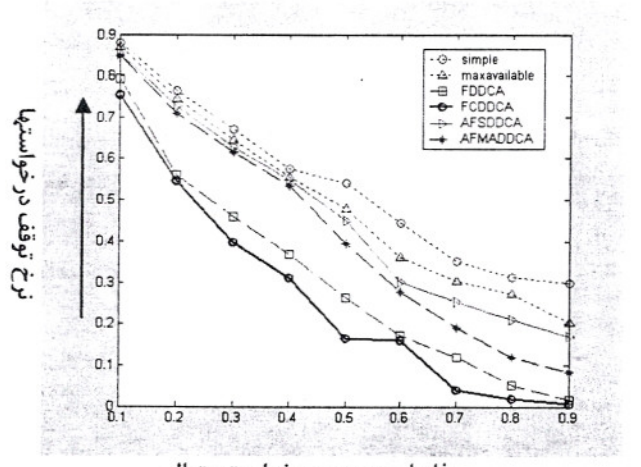
۵- شبیه‌سازی و مقایسه روشها

روش فازی پیشنهادی با روشهای فازی گزارش شده و دو الگوریتم simple و max available مقایسه گردیده است. دو الگوریتم simple و max available در ضمن اینکه از جمله روشهای توزیعی هستند، پایه دو الگوریتم فازی هستند که در بخش ۲،۲ ارایه شدند. تعداد کانال در شبکه را برابر ۱۵۰ کانال ، تعداد سلولهای شبکه ۲۸ سلول ، میانگین مدت مکالمه، ۱۸۰ ثانیه در نظر گرفته شده است. این پارامترهای در نظر گرفته شده برای آزمایشات در بیشتر مقالات مورد استفاده قرار گرفته است. الگوریتمها برای شرایط ترافیکی مختلف آزمایش شده‌اند. مدت شبیه‌سازی ۵ ساعت می‌باشد. نتایج آزمایشها از میانگین گیری ۱۰ بار اجرای الگوریتم بدست آمده است. الگوریتمها را با توجه به نرخ توقف درخواستها مورد بررسی قرار داده ایم. ابتدا،

الگوریتمها را در شرایط ترافیک ثابت برای کلیه سلولها شبیه‌سازی کرده‌ایم. نمودار شکل ۳ نرخ توقف الگوریتمها را با یکدیگر مقایسه میکند. همانطور که در شکل دیده میشود، میزان توقف در روش simple و max available نسبت به روشهای فازی بالاتر است. در بین روشهای فازی روش پیشنهادی دارای پایینترین نرخ توقف درخواستها میباشد. الگوریتمها در شرایط ترافیک متغیر نیز آزمایش گردیده‌اند. نتیجه در شکل ۴ آورده شده‌است. همانطور که در شکل دیده میشود، نرخ توقف روشهای فازی نسبت به دو روش simple و max available پایینتر است. در بین روشهای فازی، الگوریتم پیشنهادی FC_DDCA دارای پایینترین نرخ توقف درخواستها است.

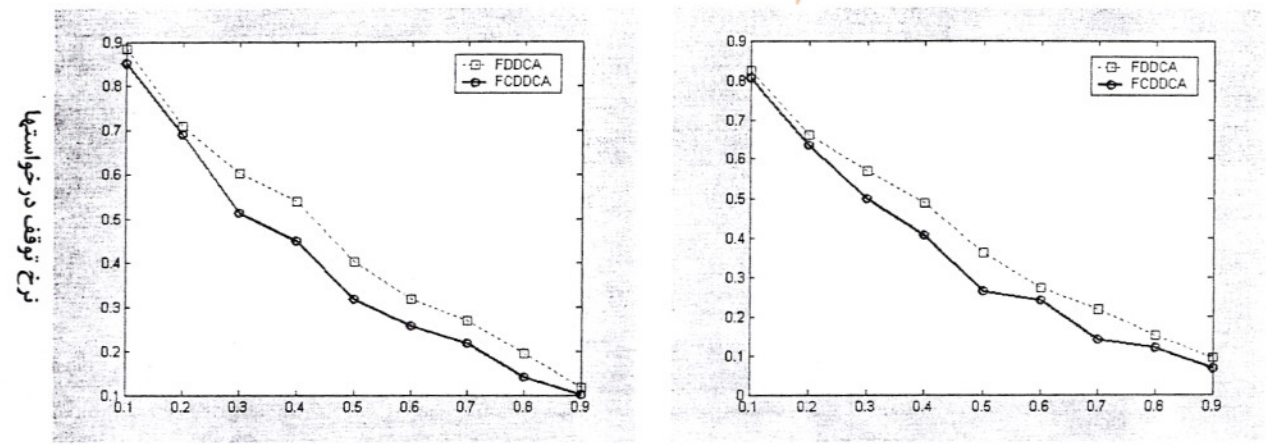


شکل ۳- نتایج حاصل از شبیه‌سازی الگوریتمهای تخصیص کانال. همانطور که دیده میشود، روشهای کمترین میزان توقف را در میان سایرین دارد.FC_DDCAفازی و بخصوص الگوریتم



شکل ۴- نتایج حاصل از شبیه‌سازی الگوریتمهای تخصیص کانال. همانطور که دیده میشود، روشهای فازی و بخصوص الگوریتم FC_DDCA کمترین میزان توقف را در میان سایرین دارد.

با حرکت درخواست از یک سلول به سلول دیگر کانال تخصیص داده شده به آن بایستی عوض شود، به این عمل تعویض گفته میشود. اگر سلول مقصد اکانالی برای تخصیص به این درخواست نداشته باشد، درخواست اجبارا پایان یابد. به همین دلیل زمانی که یک درخواست از یک سلول به سلول دیگر میرود، ماتریسهای ACO سلولهای مبدا و مقصد بایستی بهنگام شوند در آزمایش دیگری نرخ توقف درخواستها و نرخ پایان اجباری درخواستها برای الگوریتم پیشنهادی و الگوریتم AF_DDCA، در شرایطی که تعویض کانال امکانپذیر باشد مورد بررسی قرار گرفته است. است، نتایج این آزمایش در شکل ۵الف برای نرخ توقف درخواستها و در (۵ب) برای پایان اجباری نشان داده شده است. در هر دو آزمایش برتری الگوریتم پیشنهادی مشاهده میشود. برای شبیه سازی های بیشتر میتوان به [13] مراجعه نمود.



شکل ۵- نتایج حاصل از شبیه‌سازی دو الگوریتم AF_DDCA و FC_DDCA. الف. نرخ توقف درخواستها. ب. نرخ پایان اجباری درخواست. در هر دو حالت الگوریتم FC_DDCA نتیجه بهتری از خود نشان میدهد.

۶- نتیجه‌گیری

در این مقاله یک الگوریتم جدید مبتنی بر اتوماتای سلولی فازی برای تخصیص کانال ارایه گردید. با استفاده از شبیه سازیهای کامپیوتری الگوریتم پیشنهادی با الگوریتمهای فازی گزارش شده و دو الگوریتم قطعی simple و maxavailable مقایسه گردید. نتایج شبیه سازیها نشان دادند که نرخ توقف درخواستها برای الگوریتم پیشنهادی نسبت به سایر الگوریتمها کمتر است.

مراجع

[1] M. Abdul-Haleem, K. F. Cheung, and J. C. I. Chuang, "Aggressive Fuzzy Distributed Channel Assignment for PCS," Proc. of IEEE Int'l Conf. on Universal Personal Communications, pp. 76-80, 1995.
[2] I. Katzela, M. Naghshine, "Channel Assignment Scemes for Cellular Mobile Telecommunication Systems: A Comprehensive Survey," IEEE Trans. on Personal Communications, vol. 3, no. 3, pp. 10-31, 1996.
[3] T. Roxborough, S. Medidi, and A. Sen, " On Channel Assignment Problem in Cellular Networks," Proc. of IEEE Int'l. Conf. on Signals, Systems & Computers, vol. 1, pp. 630-634, 1997.
[4] K. N. Sivarajan, J. McEliece, and J. Ketchum, "Dynamic Channel Assignment in Cellular Radio," Proc. of IEEE Int'l.Conf. on. Veh. Tech., pp. 631-637, 1990.
[5] M. Zhang, and T. P. Yum, "Comparison of Channel Assignment Strategies in Cellular Mobile Telephone Systems," IEEE Trans. VehicularTechnology, vol. 38, no. 4, pp. 211-215, 1989.
[6] M. Abdul-Haleem, K. F. Cheung, and J.C.I.Chuang, "Aggressive Fuzzy Distributed Dynamic Channel Assignment Algorithm," Proc. of IEEE Int'l. on Communications, vol. 1, pp. 423-427, 1995.
[7] T. Anvarinezad and M. R. Meybodi, " Fuzzy Cellular Automata" Technical Report, Computer Engineering Department, Amirkabir University, Tehran, Iran, 2004.
[8] I. Katzela, and M. Naghshineh, "Channel Assignment Schemes for Cellular Mobile Telecommunication Systems: A Comprehensive Survey", IEEE Personal Communications, 1996.
[9] N. Funabiki, "A Neural Network Parallel Algorithm for Channel Assignment Problems in Cellular Radio Networks", IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol 41, No. 4, 1992.
[10]D. P. Bertsekas and S. Singh, " Reinforcement Learning for Dynamic Channel Allocation in Cellular Telephone Systems", NIPS96 Proceeding, 1996.
[11]S. Hykin, and J. Nie, "A Dynamic Channel Assignment Policy Through Q-learning" , IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 10, No. 6, 199.
[12]J. Chen, D. Seah. and W. Xu, "Channel Allocation for Cellular Networks Using Heuristic Methods", unpublished report, 1999.
[13] T. Anvarinezad and M. R. Meybodi, "New Algorithms based on Fuzzy Cellular Automata for Channel Assignment in Cellular Networks", Technical Report, Computer Engineering Department, Amirkabir University. 2004.

انجمن آمار ایران
IRANIAN STATISTICAL SOCIETY 1990

۱۳۶۵
دانشگاه امام حسین(ع)

مجموعه مقالات

پنجمین کنفرانس سیستمهای فازی ایران

۱۹ - ۱۷ شهریور ماه ۱۳۸۳

تهران

5th Iranian Conference on Fuzzy Systems

Sept. 7-9, 2004, Tehran, Iran

دانشگاه امام حسین (ع) - دانشکده فنی و مهندسی - گروه مهندسی صنایع