

آدرس دهی و نام گذاری در شبکه های بی سیم

لیلا امیریان¹، حمید پایگذار²

1- گروه کامپیوتر، واحد خمین، دانشگاه آزاد اسلامی، خمین، ایران

2- عضو هیئت علمی، گروه کامپیوتر، واحد خمین، دانشگاه آزاد اسلامی، خمین، ایران

چکیده

نام گذاری و آدرس دهی دو مسئله اساسی در شبکه سازی می باشد. می توان گفت که نامها برای دلالت بر چیزها به کار می روند (برای مثال گره ها داده معاملات) در حالی که آدرس ها اطلاعات لازم برای یافتن این چیزها را فراهم می کند؛ این تمایز زیاد نیست؛ گاهی می توان با آدرس ها و چیزها دلالت کرد- یک آدرس ip حاوی اطلاعاتی است که هم برای یافتن یک گره (بخش شبکه آدرس) و هم شناسایی گره- واسط شبکه درون گره- درون یک ریز شبکه به کار می روند.

کلمات کلیدی: آدرس دهی، الگوریتم واگذاری آدرس، آدرس دهی جغرافیایی

1- مقدمه:

در شبکه‌های قدیمی مثل اینترنت همیشه گره‌ها یا بخش‌های مستقل همین‌طور داده‌های آنها نام‌گذاری و آدرس‌دهی می‌شوند. این برای استفاده هدفمند از این شبکه‌ها کفایت می‌کند. آن‌ها کاربران زیادی را وصل می‌کنند و به آنها اجازه می‌دهند داده‌ها را مبادله کنند یا به سرورها دسترسی یابند.

دامنه انواع داده کاربری وسیع است و شبکه می‌تواند این را به بهترین وجه با ایجاد ضعیف‌ترین فرضیه در مورد داده‌ها پشتیبانی کند. تمام داده‌ها فقط یک توده بیت هستند که باید از یک گره به گره دیگری بروند. در شبکه‌های حسگر می‌بینیم گره‌ها مستقل می‌باشند اما با هم همکاری می‌کنند تا مساله ای را حل کند یا به کاربر واسطی برای دنیای بیرون بدهند. بنابراین بهتر است دیدگاه نام‌گذاری گره‌ها به جنبه‌های نام‌گذاری دنیای فیزیکی یا نام‌گذاری داده تغییر یابد.

مسئله نام‌گذاری و آدرس‌دهی غالباً با بخش‌های پروتکلی که از آن‌ها استفاده می‌کند تلفیق می‌شوند. در این‌ها جنبه‌هایی مثل تخصیص آدرس نمایش آدرس و استفاده مناسب از برنامه‌های نام‌گذاری/ آدرس‌دهی متفاوت در شبکه‌های حسگر بی‌سیم می‌پردازیم.

1-1- مدیریت نام و آدرس در شبکه‌های حسگر بی‌سیم

آدرس‌های MAC ضروری‌اند اگر پروتکل MAC از اجتناب ناخواسته شنیدن استفاده کند و تا حد امکان به وضعیت خواب برود. ولی آیا آدرس‌های MAC باید منحصر به فرد سراسری باشند و یا شبکه‌ای باشند؟

خیر زیرا حوزه پروتکل MAC ارتباط بین گره‌های مجاور است و این کافی است که آدرس‌ها انحصار محلی در مجاورت دو-پرسی دارند.

این شرط تعیین می‌کند که هیچ دو همسایه‌ای از یک گره آدرس MAC مشابهی ندارند. آدرس‌های محلی کوتاه‌اند ولی نیاز به پروتکل واگذاری آدرس دارند.

1-2- واگذاری آدرس‌های MAC

واگذاری آدرس‌های MAC سراسری در شبکه‌های حسگر با بسته‌های کوچک مطلوب نمی‌باشد.

واگذاری اولیه آدرس شبکه‌ای معقول است تنها در صورتی که بتوان آن را به درستی انجام داد. اما هنوز این مسئله وجود دارد که با هزینه اضافی برای نمایش آدرس‌ها می‌تواند بالا باشد

1-3- واگذاری پراکنده آدرس‌های شبکه‌ای

یک گره به طور تصادفی یک آدرس می‌گیرد و امیدوار است این آدرس منحصر به او باشد. برای سهولت کار، فرض می‌کنیم این آدرس با اعداد صحیح بین $1 - 2^m$ و صفر داده شده است و بنابراین می‌توان با m بیت آن را نشان داد، فضای

آدرس به اندازه $n=2^m$ است. گره، آدرس خود را بدون اطلاعات قبلی انتخاب می‌کند. ولی، این روش بدون مشکل نیست همان‌طور که در مثال زیر می‌بینیم.

مثال 7-1 (واگذاری رندوم آدرس): فرض کنید k گره داریم که هرکدام از آنها یک آدرس تصادفی مستقل از صفر تا $2^m - 1$ می‌گیرد. احتمال اینکه این گره‌ها یک واگذاری بدون تنش برگزینند، کدام است؟ این مسئله را «مسئله تولد»¹ می‌نامند و می‌توان با مباحث ترکیبی ساده آنرا پاسخ داد. برای $k=1$ ، این احتمال یک است. برای $k=2$ ، نود دوم احتمال $\frac{n-1}{n}$ تفاوت آدرس با آدرس گره اول وجود دارد. برای $k=3$ ، نود سوم احتمال $\frac{(n-1)(n-2)}{n^2}$ آدرس متفاوت با دو آدرس قبلی انتخاب کند و به همین ترتیب. از این‌رو، احتمال $p(n,k)$ را برای یافتن واگذاری بدون تنش داریم.

$$p(n,k) = 1 \cdot \frac{n-1}{n} \cdot \dots \cdot \frac{n-k+1}{n} = \frac{1}{n^k} \cdot \frac{n!}{(n-k)!} = \frac{k!}{n^k} \cdot \binom{n}{k}$$

که با تقریب استرلینگر

$$n! \approx \sqrt{2\pi} \cdot n^{n+1/2} \cdot e^{-n} \quad [255, \text{II.chap}]$$

تقریباً می‌شود:

$$p(n,k) \approx e^{-k} \cdot \left(\frac{n}{n-k}\right)^{(n-k)+1/2}$$

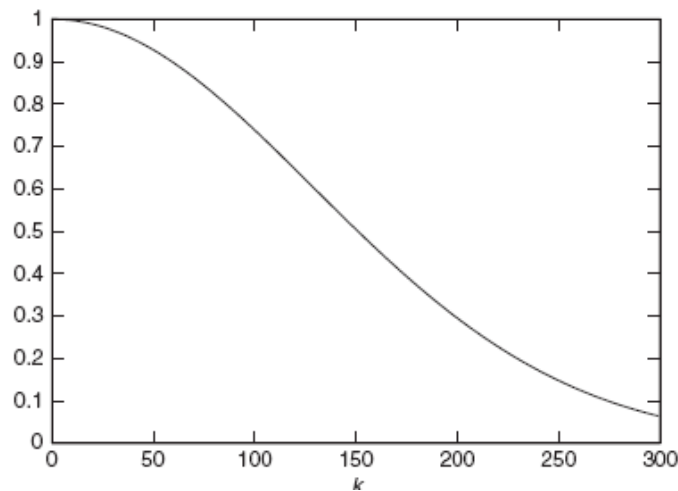
برای دامنه آدرس $m=14$ بیتی، و $n = 2^{14} = 16384$ احتمال $p(n,k)$

برای مقادیر متفاوت k را نشان دادیم، برای مقادیر کوچک k احتمال تنش نزدیک به 1 می‌شود. برای مثال $k=257$ ، احتمال تنش بزرگتر از 90% است اما تنها 7/1% فضای آدرس استفاده می‌شود.

بنابراین، این روش به سرعت به تنش آدرس‌ها می‌انجامد. برای حفظ انحصار شبکه، یک پروتکل تسهیل تنش لازم است.

آیا می‌توان آنرا بهتر انجام داد؟ گره می‌تواند اطلاعاتی در مورد آدرس‌های قبلی کسب کند و از آنها اجتناب بورزد. در بسیاری از کاربردهای شبکه‌های حسگر، که گره‌ها داده‌های حسگر خود را به هماهنگ‌کننده محلی می‌فرستند، با "گوش دادن" می‌توان از تنش با سایر گره‌های ارسال‌کننده به همان هماهنگ‌کننده، اجتناب کرد. با واگذاری تصادفی آدرس، با بخورد آدرس مواجه می‌شویم. چگونه می‌توان به آن رسیدگی کرد؟ راه حل اول این است که آنها را پذیرفته و کاری نکنیم. سایر تکنیک‌ها در زمینه واگذاری آدرس IP ارائه شده‌اند.

¹ - احتمال اینکه در اتاق با n نفر، هیچ دو نفری از آنها باهمان تاریخ تولد چیست؟



شکل 7-3- "احتمال تولد" که k خارج از $\lambda = \mu$ ایستگاه آدرس های تصادفی انتخابی و بدون برخورد

- پرکینز و همکارانش [2] یک پروتکل خود پیکربندی آدرس مناسب برای MANETs ارائه می کنند. گره با انتخاب تصادفی یک آدرس موقتی کارش را شروع می کند و یک آدرس ثابت ارایه می کند و بسته کنترل درخواست آدرس را ارسال می کند. آدرس موقتی از حلقه آدرس می آید که از حلقه آدرس گره های واقعی جدا است. این پروتکل مسیریابی در پی یافتن مسیری به سوی گره صاحب آدرس ثابت مشابه است. اگر این گره وجود داشته باشد، یک بسته پاسخ آدرس تولید و به آدرس موقتی ارسال می شود. با دریافت این پاسخ، گره می فهمد که آدرس ثابت انتخاب شود نسبت داده شده است و آدرس دیگری را امتحان می کند. اگر هیچ پاسخ آدرس در زمان معین دریافت نشود، گره، بسته درخواست آدرس را تکرار می کند تا بسته های پاسخ آدرس از دست رفته جبران کند. اگر باز هم هیچ پاسخ آدرس دریافت نشد، گره، آدرس IP انتخابی را می پذیرد. وایدا [1] ثابت کرده است که این پروتکل مختل می شود اگر نتوان تاخیر را محدود کرد. اگر این برنامه در شبکه های حسگر برای آدرس های MAC به جای آدرس شبکه استفاده شود، سایر گره ها هیچ اطلاعات مسیریابی ندارند و بسته های درخواست/ پاسخ باید وارد شبکه شوند [3].
- نزاری و پراش [3] به مسئله واگذاری آدرس به عنوان یک مسئله توافق پراکنده نگاه می کنند. گره درخواست کننده با نود مجاور که آدرس دارد تماس حاصل می کند که آن را آغازگر می گویند. آغازگر یک فهرست از آدرس های معلوم را حفظ می کند و یک آدرس استفاده نشده را بر می گزیند. سپس آدرس جدید را به تمام گره های شبکه می دهد و پاسخ ها را جمع می کند [4]. تمام گره ها، این آدرس را در فهرست آدرس های کاندید قرار می دهند. اگر گره، آدرس را در فهرست یا در فهرست محلی آن بیابند، با یک بسته رد جواب می دهد، در غیر این صورت با یک بسته قبول پاسخ می دهد. اگر تمام گره ها با یک بسته قبول پاسخ دهند، آغاز کننده، آدرس را به درخواست کننده نسبت می دهد و تمام گره های دیگر را مطلع می کند که این واگذاری دائمی است در غیر این صورت، آغاز کننده آدرس دیگری را برمی گزیند و دوباره امتحان می کند. این روش شبیه پروتکل دو مرحله ای است و هزینه اضافی زیادی از نظر بسته های مستقل شده و شرایط فضای بافر معقول در شبکه های حسگر بی سیم ایجاد می کند.

- یک الگوریتم خود پیکربندی آدرس مرتبه‌ای برای آدرس‌های IPv6 با هدف MANETs ما ارائه شده است [5]. برخی گره‌ها در شبکه گره‌های پیشرو می‌شوند و یک IP را به طور تصادفی انتخاب می‌کنند. یک DAD بین گره‌های پیشرو اجرا می‌شود تا منحصر به فرد بودن IDها را تعیین کند. سایر گره‌ها، آدرس‌های خود را از ID پیشرو خود می‌گیرند [6]. اینک شرط انحصار شبکه‌ای به مسئله اجماع پراکنده ترجمه شود [3]، ما را به حد پایین بار اضافی ارتباطی و پیچیدگی این مسئله واگذاری می‌رساند. هزینه ارتباطی از طریق آزمایش واگذاری آدرس پرداخت می‌شود. اگر، یک پروتکل مسیریابی پیش‌فعال استفاده شود، گره‌ها جداول آدرس‌های استفاده شده‌ای دارند که به سرعت به مشاوره می‌گذارند و وجود گره‌های تکراری اطلاع داده می‌شود. ولی، پروتکل‌های مسیریابی درخواستی در شبکه‌های حسگر فراگیرتر از پروتکل‌های پیش‌فعال است به واسطه هزینه اضافی که دارند [5].

1-4- واگذاری پراکنده آدرس منحصر به فرد محلی

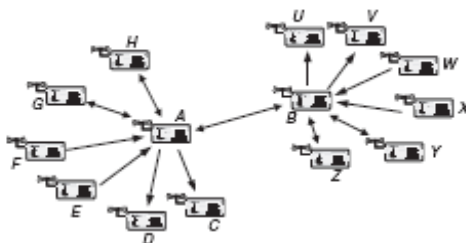
شورگرز و همکارانش [7] پروتکلی ارائه می‌کنند که آدرس‌های MAC منحصر به فرد محلی را به گره‌ها نسبت می‌دهد. از پروتکل محلی استفاده می‌کند که در آن یک گره فقط با مجاوران خود رابطه برقرار می‌کند در این حالت، بیت‌های کمتری برای نمایش آدرس لازم است. کاهش انرژی به واسطه بیت‌های ذخیره شده آدرس می‌تواند زیاد باشد، اگر اندازه بار داده و اندازه آدرس یکی باشد.

با استفاده از آدرس‌های محلی، می‌توان چند بار از یک آدرس استفاده کرد. با این روش [8]، آدرس‌های پایین‌تر بیش از آدرس‌های بالاتر استفاده می‌شوند و تکرار هر آدرس در شبکه نامنظم می‌شود.

در کدگذاری‌ها هافمن، کدهای کوتاه به آدرس‌های تکراری نسبت داده می‌شوند ولی کدهای طولانی به گره‌های کم تکرارتر نسبت داده می‌شوند. براساس این قضیه، کدگذاری‌های هافمن [9] بهینه است یعنی کوتاه‌ترین طول واژه کد تمام کدها را می‌دهد و در یک بیتی آنتروپی توزیع مذکور می‌باشد.

1-5- الگوریتم واگذاری آدرس

الگوریتم واگذاری باید اتصالات نامتقارن را به حساب آورد [7]، این اتصالات جایی هستند که گره A یک گره دیگر B را می‌شنود اما نه بالعکس. فرض می‌شود که هر گره از قبل همسایه‌های دو مسیری و درون محدود، خود را از اجرای قبلی پروتکل کشف مجاورت، می‌داند.



شکل 7-4- وضعیت مثال برای تخصیص آدرس با همسایگان دو جهته، ورودی و خروجی [7].

یک همسایه در محدوده گره A ، همسایه ای است که ارسالات A می‌توانند شنیده شوند اما نه بالعکس. همین‌طور، مجاور خارج از محدوده A گره‌ای است که ارسالات A را دریافت می‌کند و نه بالعکس. وضعیت شکل 7-4 را در نظر بگیرید، می‌خواهیم به گره‌های A و B آدرس بدهیم. شرایط زیر وجود دارند:

- گره A و B آدرس‌های متفاوتی می‌گیرند.
- آدرس گره A با آدرس گره‌های W, X, Y و Z تفاوت دارند چون تمام این گره‌ها می‌توانند بسته‌ها را به B بفرستند.
- با تقارن، آدرس B باید با آدرس‌های H, E, F, G متفاوت باشد.
- آیا آدرس‌های B و C متفاوتند؟ اگر مشابه باشند، تمام بسته‌ها از گره A به گره B هم به وسیله C دریافت می‌شوند.

اگر اتصال بین A و C کاملاً تک‌جهتی باشد و اگر محدودیت دیگری مطرح شود که هر نود فقط بسته‌های مجاوران دو جهتی را دریافت می‌کند، لازم نیست C آدرس دیگری بجز B بگیرد. در این حالت، A و B می‌تواند آدرس شبیه W, X داشته باشند [8]، چون B بسته‌های آنها را نمی‌پذیرد. لازم نیست W, X آدرس‌های متفاوتی داشته باشند تا وقتی که نود B مد نظر است. شرایط را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد با این فرض که گره‌ها فقط با مجاوران دو جهتی رابطه برقرار می‌کنند، پس برای هر نود A ، تمام همسایه‌های دو جهتی باید آدرس‌های متمایزی داشته باشند. بعلاوه، آدرس هر همسایه درون محدوده باید با آدرس تمام همسایه‌های دو جهتی متفاوت باشد. دسته‌بندی اتصالات به انواع دو جهتی، درون باند و خارج از باند حاصل از پروتکل کشف مجاورت است.

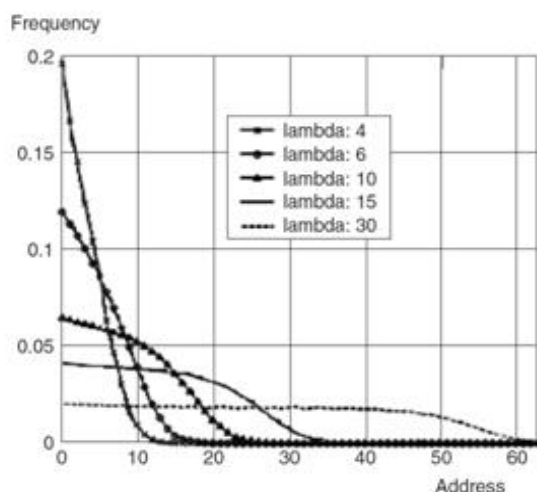
1-6- انتخاب و نمایش آدرس

اگر گره A با موفقیت الگوریتم واگذاری را اجرا کند، می‌تواند آدرس خودش را داشته باشد. به جای انتخاب یک آدرس تصادفی، A پایین‌ترین آدرس بعدی بدون تنش را بر می‌گزیند. از این لحاظ، انتخاب آدرس، حریصانه است. با این روش، آدرس‌های پایین‌تر راحت‌تر ترجیح داده می‌شوند و در شبکه بیشتر رخ می‌دهند. براین اساس تکرار بیشتری دارند و توزیع آدرس غیر یک پارچه‌ای دارند. شارگزر و همکارانش [8] به توزیع آدرس با طرح اختصاص حریصانه برای توزیع گره یکپارچه با تراکم گره متفاوت می‌پردازند². تراکم گره، تعداد همسایه‌های یک گره است. توزیع آدرس با توزیع یکپارچه همگرا می‌شود اگر تراکم افزایش یابد [8] از سوی دیگر، برای تراکم‌های پایین‌تر، این توزیع، اکثر وزن خود را در آدرس‌های پایین‌تر دارد. در این شکل 7-5 آمده است.

²- با مشخصات فنی، این سرویس مربوط به یک فرایند نقطه پواسون است، که به‌طور خلاصه در بخش 13-2-3 توضیح داده شده‌است.

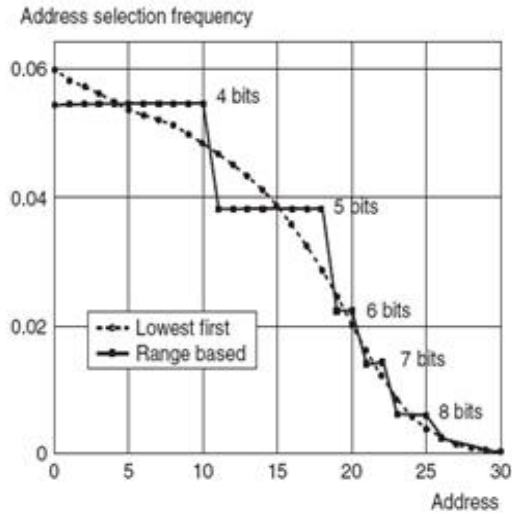
این نوع واگذاری آدرس انحرافی و نامنظم به دلیل زیر مفید است. میانگین حداقل تعداد بیت‌های لازم برای توصیف دستاورد یک آزمایش تصادفی با دامنه محدود و مجزا از تزریق آنتروپی $H(X)$ متغیر تصادفی X [9] ارائه می‌شود. توزیع یکپارچه حداکثر آنتروپی را دارد بنابراین به طور میانگین به اکثر بیت‌ها نیاز دارد. طرح کدگذاری بهینه برای متغیرهای تصادفی، برنامه کدگذاری هافمن است که شرط آن این است که میانگین تعداد بیت‌ها در یک بیتی آنتروپی $H(X)$ باشد. اگر توزیع آدرس نسبی آدرس‌های MAC را با برنامه اختصاص حریصانه تعیین کنیم، الگوریتم هافمن یک کتاب رمز بهینه برای تخصیص لغات رمز با طول متغیر برای آدرس‌های MAC ارائه می‌کند. این کتاب رمز از قبل برای گره‌های حسگر تعیین می‌شود. گره‌ای که به جای آدرس، لغات رمزی وارد بسته‌ها کند، تعدادی بیت ذخیره می‌کند³. برای این کار، گیرنده باید تلاش بیشتری کند تا آدرس‌ها را شناسایی کند و بسته‌های باقیمانده را پیدا کند. خوشبختانه، کدهای هافمن پیشنهادی ندارند و به راحتی رمزگشایی می‌شوند.

پس از ایجاد کتاب کد، لازم است کمی تغییر به وجود آید که در شکل 6-7 آمده است. فرض کنید، یک گره، یک آدرس را اختصاص می‌دهد و واژه کد برای پایین‌ترین آدرس M بیت است. کتاب رمز ممکن است حاوی چندین واژه رمز با وسعت مشابه باشد و به جای انتخاب کوتاه‌ترین آدرس، یکی از M واژه رمز پهنای M به طور تصادفی انتخاب می‌شود.



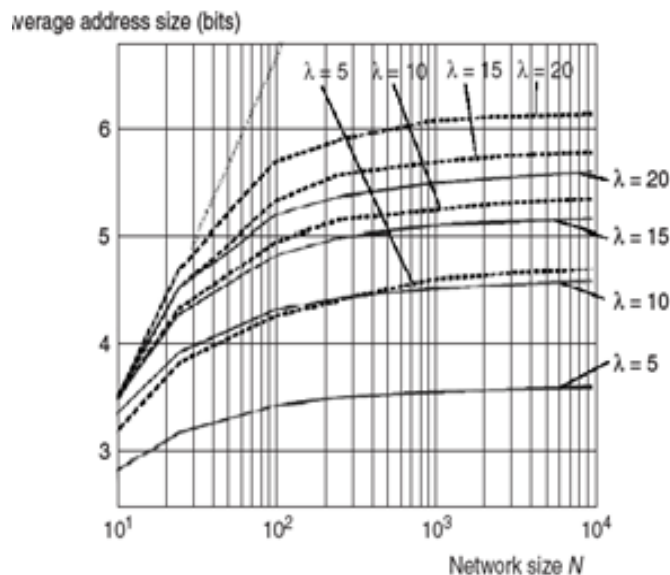
شکل 7-5- فرکانس نسبی از آدرس‌های MAC را تحت الگوریتم حریصانه برای تراکم گره‌های مختلف λ باز تولید شده با اجازه از ACM.

از راه دور Kullback-Leibler - اگر توزیع آدرس‌های واقعی از فرض توزیع متفاوت باشند چگونه است؟ از دست دادن عملکرد برنامه‌نویسی توسط آنتروپی نسبی یا³ بین فرض و توزیع داده انتظار می‌رود داده شده‌است.



شکل 6-7- اولین عمق در مقابل تخصیص مبتنی بر طیف وسیعی از آدرس‌های MAC را تحت الگوریتم حریصانه تغییر یافته‌است. تکثیر با اجازه از IEEE

تکرار نسبی این آدرس در شکل 6-7 آمده است. انتخاب مبتنی بر دامنه باعث کاهش احتمال برخورد آدرس‌ها و در نتیجه کاهش تعداد پیغام‌های CONFLICT می‌شود [7].
 سخت افزار گره فرضی حاوی یک گیرنده مونوایتنکی RF است [8] که در 2.4 kb/s کار می‌کند و strongARM پردازنده 150 مگاهرتز و $N = 500$ گره به طور یکپارچه در یک ناحیه مستطیلی با تراکم گره $\lambda = 10$ مجاور در هر گره قرار می‌گیرند.



شکل 7-7- اندازه آدرس مقابل تعداد گره N در شبکه برای تراکم λ مختلف گره (خطوط پر نشان دهنده طرح با طول متغیر، بین خطوط طرح با طول ثابت). تکثیر با اجازه از IEEE.

بار اضافی برای رمزگشایی آدرس‌ها مستلزم ۵۰ دستورالعمل پردازشگر به طور میانگین می‌باشد.

و انرژی- دانا، انتقال یک بیت مربوط به حدود 120 دستورالعمل دارد. طرح طول- متغیر با دو طرح دیگر مقایسه می‌شود. اولی از آدرس‌های منحصر به فرد شبکه‌ای از پیش منتصب شده‌ای با نمایش آدرسی به حداقل طول استفاده می‌کند. دومی از همین پروتکل اختصاص آدرس استفاده می‌کند اما آدرس را با یک تعداد بیت ثابت نمایش می‌دهد که اسماً، حداقل تعداد بیت لازم برای نمایش بالاترین آدرس در شبکه است. این تحقیق، نتایج زیر را ارائه کرد:

- برای شبکه‌ای با اندازه N ، طرح رمزگذاری طول- متغیر، پایین‌ترین میانگین اندازه آدرس را دارد. برای مقایسه، منحنی خاکستری روشن نشان دهنده تعداد بیت‌های لازم برای آدرس‌های منحصر به فرد شبکه است.
- میانگین اندازه آدرس برای طرح‌های طول متغیر و طول ثابت با یک مقدار ثابت همگرا می‌شود اگر اندازه شبکه N افزایش یابد. بنابراین، میانگین اندازه آدرس تحت تاثیر تراکم گره است و ربطی به تعداد گره‌ها ندارد.
- انرژی ذخیره شده با داشتن بیت‌های آدرس‌دهی کمتر با طرح طول ثابت- متغیر چند جین بسته داده می‌شود و بار اضافی پروتکل واگذاری آدرس را می‌کاهد. نقطه مرجع این است که طرف در این حالت به آدرس‌ها یک اولویت داده می‌شود و آدرس ۱۴ بیتی بکار می‌رود.

میانگین اندازه آدرس بستگی به تناسب تراکم گره دارد. مزیت کلی آدرس‌های طول- متغیر بر آدرس‌های طول ثابت افزایش انعطاف‌پذیری اندازه یا تراکم شبکه است، چون واژه‌های رمز طول متغیر می‌توانند به طور دلخواه طولانی شوند درحالی‌که برای واژه‌های طول ثابت، تعداد همسایه‌های یا دو پرشی محدود است.

1-7- آدرس دهی جغرافیایی و محتوایی

آدرس دهی جغرافیایی مورد خواصی از آدرس دهی محتوایی است. در اینجا مختصات مکانی مهم است. این آدرس دهی فرض می‌کند هر گره، محل خود را با توجه به مختصات توافقی می‌داند. بنابراین تکنیک‌های مکان‌یابی برای کار با آدرس دهی جغرافیایی لازم‌اند. از سوی دیگر [10]، این آدرس دهی به مسیریابی کمک می‌کند. برای مثال، در پروتکل پخش مستقیم، اطلاعات مکان‌یابی کمک می‌کند پیشروی جهت‌دار ایجاد شود و مقدار بسته‌ها کاهش یابد.

1-8- آدرس دهی محتوایی

چند سیستم نام‌گذاری محتوایی ارائه شده است [11]. قبل از این بحث، نمونه‌ای از برنامه نام‌گذاری در شبکه‌های حسگر بی‌سیم ارائه می‌کنیم.

مثال 7-2 (مکانیزم نام‌گذاری سطح پایین [12]): در این روش، آدرس دهی محتوایی با مسیریابی بخش مستقیم تلفیق می‌شود. در بخش مستقیم، یک گره سینک، یک پیغام درخواست منتشر می‌کند. این پیغام درخواست منتشر می‌کند. این پیغام در شبکه پخش می‌شود. گره‌های که داده حسگر مطابق با درخواست تولید می‌کنند را گره‌های منبع می‌نامند.

که یک بسته داده که از طریق گره منبع تولید می‌شود، از گره‌های میانی به سمت سینک می‌دود. گره میانی، درخواست را در طول مجاوران جریان رو به بالا در حافظه درخواست ذخیره می‌کند. با دریافت بسته داده، گره میانی به دنبال حافظه می‌گردد تا داده‌ها را تطبیق داده و بسته داده را به همسایه مربوط بفرستد.

هر بسته حاوی داده و درخواستی یک مجموعه تاپل عملیات ارزش ویژگی (AVO) دارند. مجموعه ویژگی‌ها از قبل تعریف شده‌اند و هر ویژگی یک کلید دارد و نوع داده را می‌شناسد⁴. اپراتورها و معانی آنها در جدول 1-7 آمده است. اپراتور IS مشخص می‌کند که ویژگی متناظر، ارزش معلومی دارد و از طریق منبع داده ایجاد می‌شود؛ IS را اپراتور واقعی هم می‌خوانند. سایر اپراتورها را اپراتور رسمی می‌نامند و برای تشخیص درخواست‌ها به کار می‌رود. گره‌های میانی از عملیاتی به نام تطبیق یک سویه برای تطبیق درخواست بسته داده دریافتی استفاده می‌کند. اصولاً، برای یک درخواست، گره میانی تمام ویژگی‌های رسمی را بررسی می‌کند از جمله:

(i) بسته داده حداقل یک ویژگی دارد.

(ii) ارزش واقعی ویژگی بسته داده با اپراتور رسمی مطابقت می‌کند.

جدول 1-7 مجموعه‌ای از اپراتورها [12]

نام اپراتور	معنی
EQ	Matches if actual value is equal to value
NE	Matches if actual value is not equal to value
LT	Matches if actual value is smaller than value
GT	Matches if actual value is greater than value
LE	Matches if actual value is smaller or equal to value
GE	Matches if actual value is larger or equal to value
EQ	ANY Matches anything, value is meaningless
IS	Specifies a literal attribute

فرض کنید انواع مختلف حسگر را داریم، شامل حسگر دما. هر حسگر یک مجموعه تاپل (AVO) دارد که خود را توصیف می‌کند. اگر پیام درخواست به حسگر دما برسد، بررسی یک سویه نشان می‌دهد که خود توصیفی حسگر با ویژگی‌های درخواست تطبیق دارد. بر این اساس، حسگر شروع به مشاهده محیط خود می‌کند و پیام‌های داده‌ای تولید می‌کند وقتی رویداد

⁴ - برای شبکه‌های حسگر⁴ نمایندگی از تمام اجزای تاپل AVO باید کوتاه باشد که ممکن است به کاهش تعداد بیت نیاز باشد.

درخواست رخ می‌دهد. باید گفته شود که مجموعه ویژگی‌های مورد استفاده از فهرست‌بندی فقط مثال می‌باشند. به طور کلی، ویژگی‌ها و ارزش آنها بستگی به کاربرد دارد. یکی از ویژگی‌های مهم هر بسته نام‌گذاری، وسیع بودن آن است.

1-9- آدرس‌دهی جغرافیایی

برای کاربران بهتر است، درخواست‌های خود را نه تنها بر حسب نوع و واحد داده‌های که می‌خواهند بلکه براساس محل یا موقعیت منشأ داده‌ها، به شبکه سنسور بفرستد. براین اساس مثل، آدرس‌های محتوایی، کاربران نمی‌خواهند به طور مجزا هر گره متعلق به ناحیه مورد نظر را شناسایی کنند اما ترجیح می‌دهند یک ناحیه را مشخص کنند و به شبکه اجازه دهند چک کند که کدام حسگرها متناسب هستند. بعلاوه، اگر محل گره حسگر معلوم باشد، برنامه‌های مسیریابی جغرافیایی را می‌توان به کار گرفت روش‌های متفاوتی برای شناسایی یک ناحیه وجود دارد.

شناسایی یک نقطه.

شناسایی یک دایره یا کره به وسیله شعاع و نقطه مرکزی.

شناسایی یک چندضلعی (دو بعدی) یا یک پلی‌تپ (سه بعدی) با فهرستی از نقاط.

شرط آدرس‌دهی [13] جغرافیایی این است که حسگر بررسی کند آیا موقعیت آن در ناحیه مفروض است یا خیر. این تست می‌تواند پیچیده باشد اگر چندضلعی برای شناسایی ناحیه مورد نظر بکار رود. این نوع تست یک کار استاندارد در هندسه محاسباتی است. بکارگیری شکل‌های پیچیده‌تر هم این عیب را دارد که نقاط بیشتر و در نتیجه بیت‌های داده بیشتری برای شناسایی آنها لازم است.

1-10- نتیجه‌گیری

در هر شبکه‌ای از جمله شبکه‌های حسگر، سطوح آدرس و نام‌گذاری متفاوتی وجود دارد، برای مثال آدرس‌های MAC. آدرس MAC لایه شبکه برای شناسایی مجاوران و آدرس لایه شبکه برای شناسایی گره‌ها در یک شبکه چندپرسی به کار می‌رود. موضوع مهم در مورد نام‌گذاری و آدرس‌دهی در شبکه حسگر بار اضافی و مصرف انرژی این برنامه‌ها می‌باشد. برای مثال، انرژی با نمایش آدرس ناکارآمد، با اجرای واگذاری آدرس و پروتکل‌های اختصاص زدایی یا با الزام چند پروتکل تجزیه آدرس/پیوند، هدر می‌رود.

در پایین‌ترین سطح، آدرس‌های MAC قرار دارند که در پروتکل‌های MAC متراکم می‌توانند با اجتناب از شنیدن، انرژی ذخیره کند. اگر پروتکل MAC شرط بگذارد، باید در تمام بسته‌های داده وجود داشته باشد و با اضافی زیادی ایجاد می‌کند به‌ویژه اگر داده کاربری کم باشد. برخلاف پروتکل‌های مک برنامه‌ای، آدرس‌های MAC همیشه در پروتکل‌های MAC متراکم لازم‌اند چون یک بسته منتقل شده می‌تواند دریافت‌کننده‌های زیادی داشته باشد.

رابطه کلی بین شرایط انحصار و اندازه آدرس وجود دارد. از سوی دیگر، آدرس‌های محلی منحصر به فرد نیاز به یک پروتکل واگذاری آدرس دارند. ولی، اگر اکثر گره‌های حسگر، ساکن باشند، ذخایر حاصل از آدرس‌های محلی به سرعت مصرف می‌شوند.

اجرای پروتکل‌های واگذاری آدرس با شرایط محدودتر به جای انحصار محلی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم عملی نمی‌باشد. چون مسئله توزیع باید حل شود. که با اضافی زیادی دارد. بعلاوه، اندازه نمایش آدرس‌های منحصر به فرد محلی بستگی به تراکم شبکه دارد نه به تعداد گره‌های شبکه. این برای آدرس‌های منحصر به فرد گستره شبکه‌ای، اهمیت ندارد. آدرس‌های منحصر به فرد سراسری یا شبکه‌ای برای پروتکل‌های مسیریابی قدمی لازمند تا گره‌ها را بیابند. در شبکه‌های حسگر بی‌سیم، آدرس‌دهی محتوایی روش جالبی است. مزیت آن، تلفیق آدرس‌های محتوایی با مسیریابی و توانایی برای پردازش درون شبکه است.

مراجع

- [1] Vaidya, N.H., *Weak Duplicate Address Detection in Mobile Ad Hoc Networks*. In *Proceedings of ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing (MobiHoc)*. June 2002: Switzerland.
- [2] C. E. Perkins, J.T.M., R. Wakikawa, E. M. Belding-Royer, and Y. Sun, *IP Address Autoconfiguration for Ad Hoc Networks*. November 2001.
- [3] Prakash, S.N.a.R., *Configuration of Hosts in a Mobile Ad Hoc Network*. In *Proceedings of IEEE INFOCOM 2002*. June 2002: New York. p. 1587–1596.
- [4] Lynch, N.A., *Distributed Algorithms*. Morgan Kaufmann Publishers. 1996: San Francisco.
- [5] Weniger, K., *Duplicate Address Detection in Mobile Ad Hoc Networks*. In *Proceedings of IEEE WCNC 2003*. March 2003: New Orleans.
- [6] O'Mahony, S.T.a.D., *Self-Organising Node Address Management in Ad-hoc Networks*. In *Lecture Notes in Computer Science 2775*. 2003: Berlin. p. 476–483.
- [7] C. Schurgers, G.K., and M. B. Srivastava, *Distributed On-Demand Address Assignment in Wireless Sensor Networks*. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*. 2002. p. 1056–1065.
- [8] C. Schurgers, G.K., and M. B. Srivastava, *Distributed Assignment of Encoded MAC Addresses in Sensor Networks*. In *Proceedings of the Symposium on Mobile Ad Hoc Networking & Computing (MobiHoc '01)*. Long Beach. p. October 2001.
- [9] Thomas, T.M.C.a.J.A., *Elements of Information Theory*. John Wiley & Sons. 1991: New York.
- [10] H. J. Moon, H.S.P., S. C. Ahn, and W. H. Kwon, *Performance Degradation of the IEEE 802.4 Token Bus Network in a Noisy Environment*. *Computer Communications*. 1998. p. 547–557.
- [11] Adjie-Winoto, E.S., H. Balakrishnan, and J. Lilley, *The Design and Implementation of an Intentional Naming System*. In *Proceedings of the 17th ACM Symposium on*

- Operating Systems Principles (SOSP'99)*. December 1999: Kiawah Island. p. 186–201.
- [12] J. Heidemann, F.S., C. Intanagonwiwat, R. Govindan, D. Estrin, and D. Ganesan, *Building Efficient Wireless Sensor Networks with Low-Level Naming*. In *Proceedings of the Symposium on Operating System Principles (SOSP 2001)*. October 2001: Canada. p. 146–159.
- [13] Imielinski, J.C.N.a.T., . *GeoCast – Geographic Addressing and Routing*. In *Proceedings of the 3rd ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing (MobiCom)*. September 1997: Budapest.