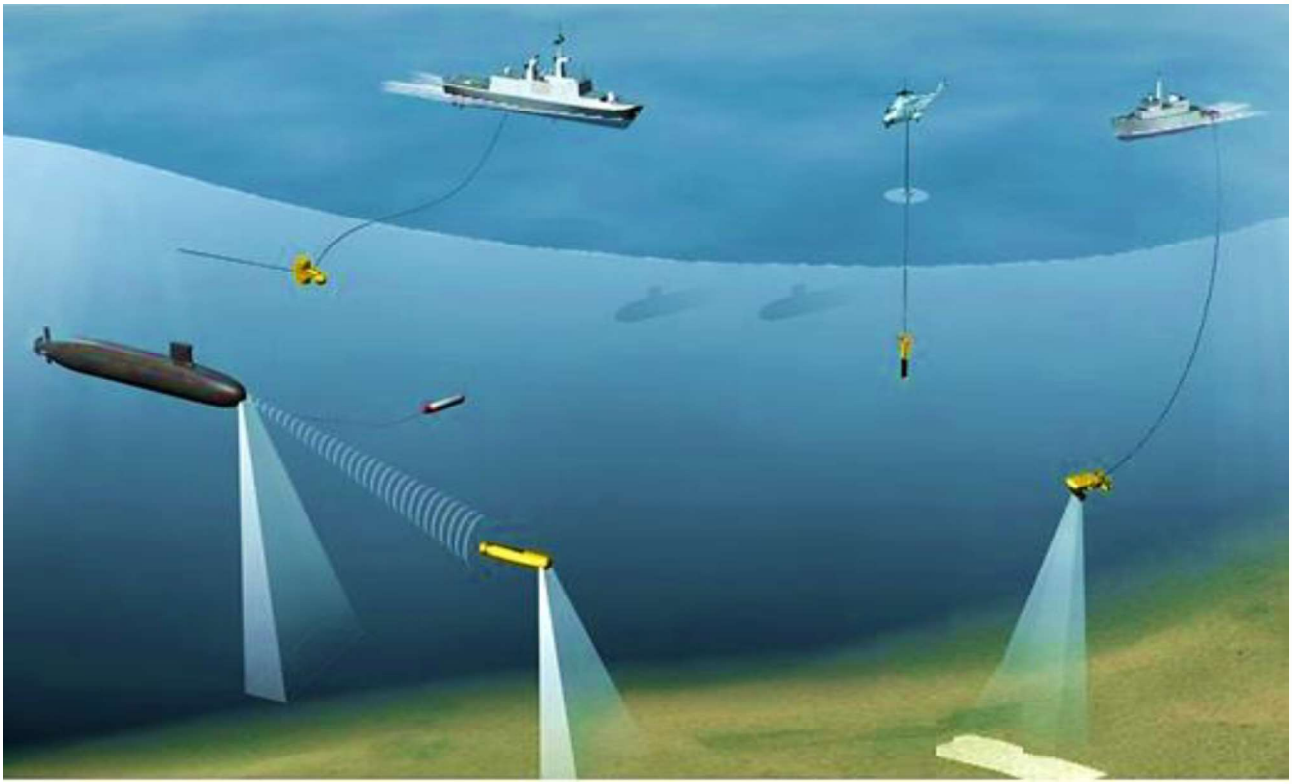
شبکه‌های اقتضائی زیرآبی: یک زمینه نوظهور در تحقیقات مخابرات صوتی

نویسنده: محمدرضا خسروی – m.khosravi@sutech.ac.ir



۱- مقدمه

همان طور که می‌دانیم مخابرات زیرآبی دارای مباحث متنوعی است که برای مثال سیستم‌های سونار از جمله آنهاست. سیستم‌های سونار عمدتاً بر روی مباحث پردازش سیگنال متمرکز است و به لحاظ مخابراتی غالباً بصورت نقطه به نقطه تعریف شده است یعنی فاقد مسیریابی است و البته این به خاطر هدف این گونه سیستم‌ها است (از منظر شبکه‌های مخابراتی پردازش سیگنال در لایه هفتم مدل مرجع OSI قرار می‌گیرد). وقتی تعداد گره‌های شبکه زیاد شود برای ایجاد ارتباط دهی و مخابره داده بین این گره‌ها نیازمند انجام مسیریابی هستیم و روش های مختلفی وجود دارد که از یک دیدگاه برای مخابرات بی‌سیم می‌توان آنها را به دو دسته زیربنایی یا زیرساخت گرا و بدون زیر ساخت تقسیم کرد [۱]، برای مثال شبکه‌های سلولی تلفن همراه از دسته اول است اما بحث کنونی ما در مورد دسته دوم است، یعنی شبکه‌های فاقد زیر ساخت مرکزی که یک نقطه مرکزی واسطه وظیفه رله کردن بسته‌های اطلاعاتی را بر عهده ندارد، در این حالت بجای نقطه مرکزی، گره‌های شبکه خود وظیفه رله کردن بسته‌ها را برعهده خواهند داشت و در واقع هر گره خود مسیریاب نیز هست و در فرایند مسیریابی شرکت می‌کند. شبکه‌های بی‌سیم بدون زیرساخت را به دو دسته اقتضائی و حسگر (و گاهی نوع سومی تحت عنوان فعال ساز نیز در نظر می‌گیرند) تقسیم می‌کنند که به لحاظ ساختاری با هم تفاوت چندانی ندارند ولی به لحاظ کاربردی متفاوت‌اند و برای اهداف مختلفی بکار می‌روند. شبکه‌های حسگر چه برای خارج از آب - که شبکه حسگر خاکی هم نامیده می‌شود - و چه برای کاربردهای زیرآبی عمدتاً دارای کاربرد صنعتی است ولی شبکه‌های اقتضائی معمولاً برای اهداف دیگری مثل هدایت گره‌های متحرک جهت پایش محیطی، داشتن ارتباط مخابراتی در شرایط تحرک بسیار بالا در یک منطقه وسیع و ... بکار می‌رود. برخی متخصصین مهندسی شبکه ترجیح می‌دهند که بین شبکه‌های اقتضائی و حسگر تفاوتی قائل نشوند و آن دو را دو دسته متفاوت ندانند و شبکه‌های بدون زیرساخت اقتضائی و حسگر را کاملاً معادل بدانند و یا اینکه یکی را زیرمجموعه

www.kahrobamag.ir

دیگری بدانند، چرا که فقط در کابرد تفاوت دارند. در ادامه تفاوت‌ها و اشتراک‌های این دو مفهوم را بیشتر بررسی خواهیم کرد.

۲- مفاهیم و مقایسه شبکه‌های بدون زیرساخت

طبق یک تعریف ساده اگر شبکه بدون زیر ساخت برای سنجش باشد آنرا حسگر ودر غیر این صورت آنرا اقتضائی گویند. پس تفاوت‌های شبکه‌های حسگر و اقتضائی ناشی از کاربرد آنها است، مثلاً در شبکه‌های حسگر، حسگرهای الکترونیکی که وظیفه اندازه‌گیری پارامترهای خاص صنعتی را بر عهده دارند، بعد از اندازه‌گیری باید داده‌ها را در قالب بسته‌های اطلاعاتی به سمت یک یا چند گره خاص که گیرنده هستند، ارسال نماید و در این حالت‌ها خود گره‌های حسگر با هم کاری ندارند، جز آنکه در انجام مسیریابی برای بسته‌های دیگر گره‌ها با هم مشارکت نمایند و این در حالی است که در شبکه‌های اقتضائی هر دو گره کاملاً می‌توانند با هم در ارتباط باشند و به عنوان مبدأ و مقصد یک بسته اطلاعاتی شناخته شوند. حال می‌توان گفت که یک شبکه حسگر، شبکه اقتضائی خاصی است که گیرنده مشخص و محدود دارد و یا شبکه اقتضائی، شبکه حسگر خاصی است که بجای گیرنده‌های خاص، همه گره‌ها می‌توانند برایش گیرنده باشند (یعنی شبکه حسگر توسعه یافته است، بر این مبنا شبکه فعال‌ساز یک شبکه حسگر وارون است). بنابراین همین تفاوت‌های کاربردی و ساختاری ساده می‌تواند عاملی باشد تا شبکه‌های حسگر و اقتضائی در الزامات متعددی متفاوت باشند، برای مثال برخی از آنها عبارتاند از:

۱- در تمام انواع شبکه‌های حسگر بحث انرژی گره‌ها بسیار مهم و حیاتی است و این در حالی است که بسیاری از شبکه‌های اقتضائی یا بحث انرژی کم اهمیت‌تر است و یا مهم نیست.

۲- تحرک گره‌ها در شبکه‌های اقضائی بسیار مهم‌تر از شبکه‌های حسگر است. در واقع می‌توان گفت که تقریباً جز در شبکه‌های حسگر زیرآبی که گره‌ها تحرک محدودی دارند، مابقی شبکه‌های حسگر غالباً دارای تحرک قابل اغماضی هستند. مثلاً تحرک یک شبکه اقتضائی خودرویی قابل قیاس با تحرک یک شبکه خاکی متحرک نیست.

۳- تراکم گره‌ها در هر دو نوع شبکه با توجه به کاربرد قابل بررسی است ولی غالباً مساله تراکم بالا چالش جدی‌تر برای شبکه‌های اقتضائی است.

تفاوت‌های ذکر شده در فوق، همگی به نحوی مطرح شد که یک سری از شرایط مثل مساله کانال مخابراتی و بطور کلی سیستم‌های مخابراتی را برای هر دو نوع شبکه یکسان در نظر گرفتیم، بنابراین این تفاوت‌ها عاملی است که لایه‌های میانی مدل مرجع OSI (لایه‌های ۲، ۳ و ۴) برای این دو نوع شبکه دارای تفاوت‌هایی باشند، مثلاً برای رسیدن به یک شبکه با انرژی مصرفی مطلوب‌تر، می‌توان سیاست‌هایی را در سطح لایه ۲ و ۴ مطرح کرد، برای نمونه استفاده از پروتکل کنترل خطایی است که نیاز به تأیید نداشته باشد و این کار باعث می‌شود تا اگرچه بخشی از اطلاعات هدر می‌رود (به مقصد نمی‌رسد) ولی با حذف بسته‌های کنترلی این پروتکل و پایین آوردن ترافیک داده‌ای در سطح شبکه بتوان انرژی کمتری را مصرف کرد و البته تأخیر (!) هم می‌تواند کمتر شود. بنابراین تفاوت‌هایی که ناشی از تفاوت ساختار و هدف این دو نوع شبکه بوده است در نهایت منجر به تفاوت در معماری و پروتکل‌های پیاده‌سازی شده در آنها می‌شود. شاید به جرئت به توان گفت مهم‌ترین تفاوت پدیدار شده بین این دو شبکه، تفاوت در لایه ۳ مدل مرجع است یعنی جایی که مسیریابی صورت می‌گیرد زیرا مسیریابی می‌تواند ما را در رسیدن به الزامات ذکر شده کاملاً یاری نماید و از همین جاست که پروتکل‌های مسیریابی شبکه‌های اقتضائی و حسگر تفاوت‌های بنیادی پیدا می‌کنند. در یک شبکه حسگر زیرآبی، هدف رسیدن بسته اطلاعاتی ارسالی به گرهی در سطح آب است که اصطلاحاً سینک یا گره فرورونده نامیده می‌شود و در تصویری که در ابتدای این گزارش مشاهده می‌شود یک شبکه اقتضائی زیرآبی به تصویر کشیده شده است. آنچه که در هر تصویر مشاهده می‌شود آن است که اولاً کلیه ارتباطات بصورت آکوستیکی است و گره‌ها نیز متحرک هستند و ضمناً شبکه سه بعدی است و همه این‌ها دلایلی هستند که مساله مسیریابی در شبکه‌های زیرآبی پیچیده‌تر می‌شود. با توجه به آنکه توسعه شبکه‌های حسگر زیرآبی به خاطر کاربرد وسیع‌تر صنعتی بیشتر بوده است و نیز یکسان بودن کانال مخابراتی و بسیاری از مسائل بین لایه‌ای برای این دو نوع شبکه، لذا کافیست که صرفاً مساله مسیریابی مجدداً برای شبکه‌های اقتضائی زیرآبی بررسی شود و آنگاه می‌توان در

www.kahrobamag.ir

سایر جاها نیز از همان دستاوردهای شبکه‌های حسگر استفاده کرد و یک شبکه اقتضائی زیرآبی توانمند ایجاد کرد. شاید علت کمتر توسعه یافتن شبکه‌های اقتضائی زیرآبی در قیاس با نوع شبکه‌های اقتضائی غیر زیرآبی - که دارای رسانه الکترومغناطیسی است — و نیز در قیاس با رقیب زیرآبی‌اش (شبکه حسگر زیرآبی) کاربرد بسیار خاص‌تر و اغلب نظامی این نوع شبکه‌هاست. استفاده از شبکه‌های اقتضائی بطور کلی در شرایط جنگی یکی از موثرترین راه‌های ایجاد ارتباط مخابراتی است زیرا در چنین شرایطی گره‌ها متحرک هستند و ضمناً فرصتی برای ایجاد گره مرکزی وجود ندارد و یا اگر هم چنین باشد در صورت انهدام آن گره کلیه ارتباطات مختل می شود. پس این مناسب نیست و لذا استفاده از شبکه اقتضائی که وابستگی به گره مرکزی خاص و نیز مساله تحرک پذیری را از بین ببرد یک راهکار فوق العاده مناسب محسوب می‌شود زیرا در چنین شبکه‌ای هر گره می‌تواند به تنهایی نقش گره مرکزی را ایفا کند و در صورتی که به خاطر تحرک گره‌ها یا انهدام گره‌ها توپولوژی شبکه عوض شود، گره دیگری می‌تواند مسیریابی را انجام دهد. بدیهی است که شبکه‌های اقتضائی زیرآبی نیز از این قاعده مستثنی نبوده و این ویژگی ذاتی شبکه‌های اقتضائی را خواهند داشت.

۳- عناوین پژوهشی پیشنهادی

۱. بررسی و شبیه‌سازی پروتکل‌های مسیریابی پایشی در شبکه صوتی اقتضائی زیرآبی با رویکرد ارتباط دهی وسائل نظامی.

۲. تحلیل و شبیه‌سازی یک پروتکل شبکه‌ای مقاوم موقعیت آگاه یا مبتنی بر اندازه‌گیری عمق در شبکه بندی وسائل زیرآبی خودکار و کنترل شونده با رویکرد نظامی در کانال آکوستیکی با تحرک و تراکم اجزاء بالا.

۳. بهبود لینک‌های ارتباطی صوتی در شبکه‌های اقتضائی زیرآبی با رویکرد توسعه ارتباطات نظامی در کاربردهای حساس به تأخیر مبتنی بر مسیریابی چندمسیری موقعیت آگاه یا عمق‌مبنا و مقاوم در برابر تحرک و تراکم اجزاء.

۴. نرخ داده تضمین شده برای لینک‌های ارتباطی صوتی در شبکه‌های اقتضائی زیرآبی با رویکرد توسعه ارتباطات نظامی در کاربردهای با تراکم اجزاء زیاد و مبتنی بر مسیریابی چندمسیری موقعیت آگاه یا عمق‌مبنا که مقاوم در برابر تحرک بالا باشد.

۵. دسته‌بندی دستاوردهای رمزنگاری، کدگذاری اطلاعات، پردازش سیگنال بهینه و پروتکل‌های شبکه‌ای و امنیتی نظیر روش‌های کنترل دستیابی به رسانه یا توزیع کلید اختصاصی در مخابرات نظامی زیرآبی مبتنی بر شبکه‌های اقتضائی.

۶. شبکه‌های اقتضائی صوتی زیرآبی برای انتقال محتوای چندرسانه‌ای و پردازش سیگنال بهینه در آنها در کاربردهایی نظیر شبکه‌های بینا جهت ادغام تصاویر.

۷. ارائه مفاهیم جدید نظیر شبکه‌های سونار اقتضائی، حسگر و فعال‌ساز.

۸. تلفیق تصویربرداری سونار دهانه مصنوعی موسوم به SAS و شبکه‌های اقتضائی و حسگر صوتی زیرآبی از منظر ادغام اطلاعات، پردازش توزیع شده اطلاعات، فناوری‌های انتقال داده‌ها و کاربردهای صنعتی.

۹. مطالعه شبکه‌های اقتضائی زیرآبی در کاربردهای زیست محیطی نظیر زدودن آلودگی‌های نفتی و معدن کاوی.

مراجع

[1] E. Sozer, M. Stojanovic, and J. Proakis, Underwater acoustic networks, IEEE Journal of Oceanic Engineering, vol. 25, no. 1, pp. 72-83, 2000.