بسم الله الرحمن الرحیم

روشی موثر برای خوشه‌بندی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم با استفاده از منطق فازی

رضـــا اصـــغری

شماره دانشجویی : ۹۱۱۰۲۹۶۳۵

PresenT

استاد: جناب دکتر سهیل فاطری

پروژه درس سیستم های فازی

2

دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل – کارشناسی ارشد نرم افزار کامپیوتر

مقدمه

- در سال‌های اخیر با پیشرفت فناوری، از شبکه‌های حسگر بی‌سیم (WSNها) در برنامه‌های مختلفی استفاده شده است. WSNشامل صدها یا هزاران گره‌ی حسگر کوچک است. این گره‌ها به یکدیگر متصل شده‌اند تا کار یا کارهای مشخصی را انجام دهند[۱]. هر گره در WSNشامل مؤلفه‌هایی مثل آنتن ارتباطی، حافظه کم، مدار حسگر (حسگر دما، نور، رطوبت و ...)، پردازنده‌ی ضعیف و منبع تغذیه‌ی محدود است.
- WSNها معمولا برای برنامه‌های نظارتی استفاده می‌شود و به محض تغییر در محیط، ایستگاه باخبر می‌شود. WSNها معمولاً در محیط‌هایی که دسترسی انسانی محدود است مثل کوه‌های آتشفشان یا مناطق نظامی استفاده می‌شوند.
- به دلیل ویژگی‌های خاص شبکه‌های حسگر بی‌سیم، چالش‌های متعددی در این شبکه‌ها وجود دارد. یکی از این چالش‌ها منبع انرژی محدود گره‌هاست. در اکثر موارد، منبع انرژی غیر قابل تعویض و غیر قابل شارژ است. بنابراین باید از روش‌هایی در WSNها استفاده شود که مصرف انرژی گره‌ها را کاهش می‌دهد.
- داده‌هایی که توسط گره‌ها حس می‌شود برای پردازش و تصمیم‌گیری باید به یک ایستگاه منتقل شوند. این ایستگاه، ایستگاه اصلی یا سینک نامیده می‌شود.

مقدمه

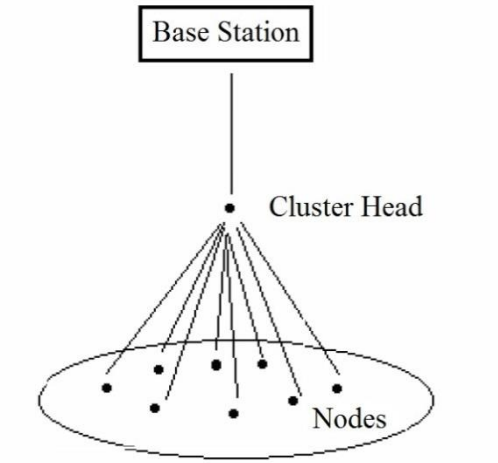
- اگر هر گره داده‌هایش را به طور مستقیم به سینک ارسال کند، انرژی زیادی مصرف می‌شود. به دلیل اینکه مقادیر حس شده توسط گره‌های نزدیک کمی متفاوت است، احتمال افزونگی در داده‌های انتقالی وجود دارد.
- برای مثال، دو داده‌ی گره‌ی مجاور برابر است و این دو گره داده‌های یکسانی به سینک می‌فرستند. عموماً برای کاهش مصرف انرژی در شبکه، فقط برخی از گره‌ها داده‌ها را به سینک ارسال می‌کنند. این ساختار خوشه‌بندی نامیده می‌شود و گره‌های مرتبط به سینک سر خوشه‌ها نامیده می‌شوند. بقیه‌ی گره‌ها داده‌هایشان را به نزدیک‌ترین سر خوشه ارسال می‌کنند. سر خوشه می‌تواند اعمالی مثل فشرده‌سازی داده‌های ارسال شده توسط دیگر گره‌ها را انجام دهند. در نتیجه، میزان کمی از داده‌ها به سینک منتقل می‌شوند.
- همانطور که اشاره شد، انرژی زیادی برای ارسال داده‌ها به سینک مصرف می‌شود. در نتیجه، گره‌های سر خوشه با چالش کاهش سریع انرژی مواجه می‌شوند. به محض اینکه سر خوشه کند شود، قسمتی یا کل شبکه از کار می‌افتد. یک روش جلوگیری از این مسئله این است که گره‌های سر خوشه، به منبع انرژی قابل تعویض یا قابل شارژ مجهز شوند. روش دیگر تغییر مداوم سر خوشه‌ها بین گره‌های شبکه است تا مصرف انرژی در شبکه توزیع شود.

مقدمه

- ما از روش دوم استفاده کردیم زیرا گره‌ها همگن هستند. در روش پیشنهادی، ابتدا سر خوشه انتخاب می‌شود. سپس هر گره نزدیک‌ترین سر خوشه به خودش را انتخاب می‌کند. بنابراین خوشه‌ها تولید می‌شوند.
- در واقع، روش ما مشابه LEACH است[۲]. دو دوره‌ی زمانی تا انتهای شبکه تکرار می‌شود: مرحله‌ی شکل‌گیری خوشه‌ها و مرحله‌ی استقرار. در این ساختار، مشابه با LEACH، هر گره خودش تصمیم می‌گیرد که سر خوشه باشد و دیگر گره‌ها را از این موضوع باخبر می‌کند. انتخاب سر خوشه‌ها در LEACH تصادفی است. در حالی که در روش ما، سر خوشه بر اساس پارامترهای متعدد و یک سیستم فازی انتخاب می‌شود.
- به دلیل اینکه LEACH سر خوشه را فقط به صورت تصادفی انتخاب می‌کند و کاری با دیگر پارامترهای دیگر مثل انرژی باقیمانده و موقعیت گره‌ها ندارد، همیشه بهترین خوشه را انتخاب نمی‌کند. برای مثال، یک گره ممکن است سر خوشه باشد و انرژی کمی داشته باشد. ممکن است به این گره‌ها هیچ توجهی نشود یا اگر یک گره‌ی دور افتاده سر خوشه شود، دیگر گره‌ها باید انرژی زیادی را برای ارسال داده به این سر خوشه صرف کنند. با این حال، LEACH توزیع متعادلی از سر خوشه‌ها فراهم می‌آورد و کارایی بالایی دارد.
- ما از یک سیستم فازی با ورودی‌های مناسب برای غلبه بر مشکل LEACH استفاده می‌کنیم. ورودی‌هایی که در سیستم فازی در نظر می‌گیریم عبارتند از: تعداد همسایه‌ها، مرکزیت، انرژی باقیمانده، فرکانس سیگنال دریافتی از همسایه‌ها و تعداد دورهایی که گره سرخوشه نبوده است. این پارامترها چندان به هم وابسته نیستند و به راحتی می‌توانند با این پارامترهای ناهمگن و با استفاده از منطق فازی کار کنند. همچنین یک سیستم فازی نیاز به پیچیدگی محاسباتی زیادی ندارد، بنابراین برای WSN مناسب است.

کارهای مرتبط

- یک معماری معمولی WSNدر شکل ۱ نشان داده شده است. گره‌ها، داده‌ها را به سر خوشه‌های مرتبط ارسال می‌کنند، در آنجا داده‌ها فشرده‌سازی و به ایستگاه اصلی منتقل می‌شوند. برای یک WSNفرضیات زیر را در نظر می‌گیریم:
- – ایستگاه اصلی،دور از گره‌های حسگر قرار و بی‌حرکت هستند.
- – همه‌ی گره‌ها در شبکه همگن و دارای انرژی محدود هستند.
- – کانال پخش متقارن
- – ایستگاه اصلی، انتخاب سر خوشه را انجام می‌دهد.
- – گره‌ها بدون حرکتند یا حرکت کمی دارند.



شکل۱– معماری شبکه حسگر بی سیم

کارهای مرتبط

- پروتکل‌های بسیاری برای انتخاب سرخوشه‌ها پیشنهاد شده است. در مورد LEACH، برای انتخاب سر خوشه، هر گره‌ی nیک عدد تصادفی بین ۰ و ۱ را انتخاب می‌کند. اگر آن عدد کمتر از آستانه‌ی T(n)بود، آن گره سرخوشه‌ی دور جاری می‌شود. آستانه به صورت زیر تنظیم می‌شود:

$$T(n)=P/(1-P.(r \bmod 1/P) \quad \text{if } n \in G \quad (1)$$

$$T(n)="0 \quad \text{Otherwise}"$$

- که Pاحتمال سر خوشه بودن، rشماره‌ی دور جاری و Gمجموعه گره‌هایی است که در ۱/ Pدور قبلی سر خوشه نبوده‌اند.
- روشی که در [۳] ارائه شده یک روش فازی برای انتخاب سرخوشه‌ها است. این روش متمرکز است و شبکه از هماهنگی گره‌ها آگاه است. تصمیم انتخاب یک گره به عنوان سر خوشه توسط سینک انجام می‌شود. این روش روی سه متغیر تکیه دارد: باقیمانده‌ی انرژی گره، تمرکز و مرکزیت گره تصمیم‌گیرنده‌ی سر خوشه بودن یک گره است.

کارهای مرتبط

- در [۴] روشی به نام LEACH-FL مطرح شده است. این روش از یک سیستم فازی با سه ورودی سطح باتری، چگالی گره و فاصله از سینک برای انتخاب سر خوشه‌ها استفاده می‌کند. این روش با فرض اینکه مختصات شبکه موجود است معرفی شده است.
- این دو روش متمرکز هستند. بنابراین برای محیط‌هایی که نیاز به پردازش بلادرنگ است مناسب نیستند. همچنین، انرژی زیادی برای ارسال موقعیت گره‌ها مثل انرژی باقیمانده برای سینک لازم است. در این روش‌ها فرض می‌شود که مختصات شبکه در دسترس است. برای این مسئله، گره‌ها باید به سخت‌افزار اضافی مثل سیستم موقعیت‌یابی جهانی (GPS) مجهز شوند. این راه در همه‌ی محیط‌ها ممکن نیست. مسئله‌ی دیگر این است که می‌توانیم از ورودی‌ها برای سیستم فازی به طور کاراتری از ورودی‌های این روش‌های سیستم‌های فازی استفاده کنیم.
- بر طبق آنچه گفته شد، ما یک روش توزیع شده پیشنهاد دادیم و هر گره خودش درباره‌ی سر خوشه شدن یا نشدن تصمیم می‌گیرد. این روش باید در همه‌ی محیط‌ها کار کند و بنابراین نیاز به مختصات گره‌ها ندارد. در این روش با انتخاب ورودی‌های مناسب برای سیستم فازی، سیستمی کاراتر از روش‌های موجود داریم و خوشه‌بندی بهتر انجام می‌شود.

منطق فازی

- منطق فازی (FL)منطق افکار انسانی است که انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به محاسباتی دارد که کامپیوترها انجام می‌دهند. منطق فازی، ویژگی‌های منحصر به فرد مختلفی را برای مسائل کنترلی ارائه می‌دهد. این موضوع ذاتاً انعطاف‌پذیر نیست زیرا نیاز به ورودی‌های دقیق ندارد و ممکن است به راحتی با برنامه‌نویسی با شکست مواجه شود[۱۱] [۱۲].

- کنترل خروجی یک تابع کنترل با وجود تغییرات زیاد ورودی است. به دلیل اینکه کنترل کننده‌ی FLقوانین تعریف شده‌ی کاربر را پردازش می‌کنند، قابلیت تغییر را دارد تا کارایی سیستم را بهبود بخشد. منطق فازی با تحلیل اطلاعات با استفاده از مجموعه‌های فازی سروکار دارد که هر یک از آن‌ها ممکن است نمایش دهنده‌ی یک عبارت ادبی مثل گرم، زیاد و ... باشند. مجموعه‌های فازی با محدوده‌ای از مقادیر واقعی به نام دامنه و تابع عضویت توصیف می‌شوند که مجموعه به آن‌ها نگاشت می‌شود. یک تابع عضویت یک مقدار صحیح (دقیق) بین ۰ و ۱ را به یک نقطه در دامنه‌ی مجموعه‌ی فازی اختصاص می‌دهد. بسته به شکل تابع عضویت، از انواع مختلفی از مجموعه‌های فازی مثل مثلثی، بتا، PI، گاوسی، حلقوی و ... می‌توان استفاده کرد. توابع عضویت ذوزنقه‌ای و مثلثی برای عملیات بلادرنگ مناسب هستند زیرا پیچیدگی‌های محاسباتی ندارند و از دقت کافی برخوردارند[۱۳]. این توابع عضویت در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده‌اند.

منطق فازی

- یک سیستم فازی اصولاً از سه بخش تشکیل شده است: فازی کردن، موتور استنتاج و دیفازی کردن. شکل ۱ اجزای سیستم فازی که در این مقاله استفاده کردیم را نشان می‌دهد.
- فازی کننده، هر مقدار ورودی دقیق را به مجموعه‌ی فازی متناظر نگاشت می‌کند و بنابراین به آن یک مقدار صحیح یا درجه‌ای از عضویت برای هر مجموعه‌ی فازی اختصاص می‌دهد. مقادیر فازی شده توسط موتور استنتاج که شامل یک پایگاه قوانین و روش‌های مختلف برای استنتاج قوانین است پردازش می‌شوند. پایگاه قوانین یک سری از قوانین IF-THENاست که متغیرهای فازی ورودی را توسط متغیرهای زبانی به متغیرهای فازی خروجی مرتبط می‌کند و هر کدام از آن‌ها با یک مجموعه‌ی فازی و عملگرهای ضمنی فازی ANDو ORو ... توصیف می‌شوند. قسمتی از قانون فازی که قبل از THENمی‌آید یک گزاره یا جمله‌ی پیشین نامیده می‌شود
- اما قسمتی که پس از THENمی‌آید نتیجه است. درستی ترکیبی گزاره با قوانین ضمنی مثل MIN-MAXو جمع‌های ریاضی محدود تعیین می‌شود.

منطق فازی

- سیستم فازی که در موتور استنتاج یک سیستم خبره استفاده می‌شود یک سیستم فازی Mamdaniاست. سیستم فازی ممدانی یک روش ساده‌ی قانون گرا است که نیاز به محاسبات پیچیده ندارد و می‌تواند از قوانین IF...THENبرای کنترل سیستم‌ها استفاده کند.

- ممدانی شخصی بود که اولین بار از روش فازی برای مطالعه‌ی فرایند کنترل ماشین بخار استفاده کرد. از آن پس، این روش کاربردی شد و موقعیت خوبی پیدا کرد[۷]. همه‌ی قوانین در پایگاه دانش به صورت موازی توسط موتور استنتاج فازی پردازش می‌شوند. هر قانونی که صحیح می‌شود در فضای راه‌حل نهایی نقش دارد.

- دیفازی کننده عمل دیفازی را روی فضای راه‌حل فازی انجام می‌دهد. یعنی یک مقدار خروجی دقیق از فضای فازی راه‌حل پیدا می‌کند. برخی از روش‌های معمول دیفازی عبارتند از: مرکز ناحیه ((COA، مرکز گرانش ((COG، مرکز توسعه یافته‌ی ناحیه ((ECOA، میانگین ماکسیما ((MeOMو ... در این مقاله، از روش COAبرای دیفازی کردن استفاده می‌کنیم[۸].

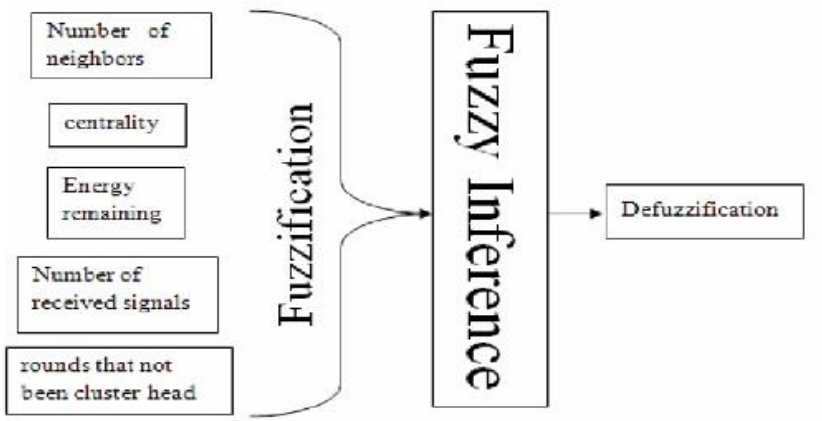
روش پیشنهادی

- ما از سیستم فازی زیر (شکل ۲) در روش پیشنهادی استفاده می‌کنیم:

- ورودی‌های سیستم فازی اعداد دقیقی هستند که توسط تابع عضویت به مقادیر فازی تبدیل شده‌اند. گره‌ها به سادگی این مقادیر ورودی را تعیین می‌کنند. به محض اینکه یک ارسال یا دریافت داده انجام شود، گره‌ها از گره‌های همسایه و فاصله‌های آن‌ها آگاه می‌شوند.

- این عملیات به سادگی توسط روش علامت قدرت سیگنال دریافتی ((RSSIانجام می‌شود. اگر یک گره فاصله‌ی کمتری نسبت به همسایگانش داشته باشد (مرکزیت)، دیگر گره‌ها انرژی کمتری برای ارسال داده به آن گره صرف می‌کنند. ما مرکزیت را با یک معادله‌ی ساده محاسبه می‌کنیم: جمع متقابل تفریق فاصله‌ی همسایگان یک گره. هر چه این عدد کمتر باشد، گره مرکزیت بیشتری دارد.

- شکل ۲- اجزای سیستم فازی



روش پیشنهادی

- ورودی‌های سیستم فازی اعداد دقیقی هستند که توسط تابع عضویت به مقادیر فازی تبدیل شده‌اند. گره‌ها به سادگی این مقادیر ورودی را تعیین می‌کنند. به محض اینکه یک ارسال یا دریافت داده انجام شود، گره‌ها از گره‌های همسایه و فاصله‌های آن‌ها آگاه می‌شوند.

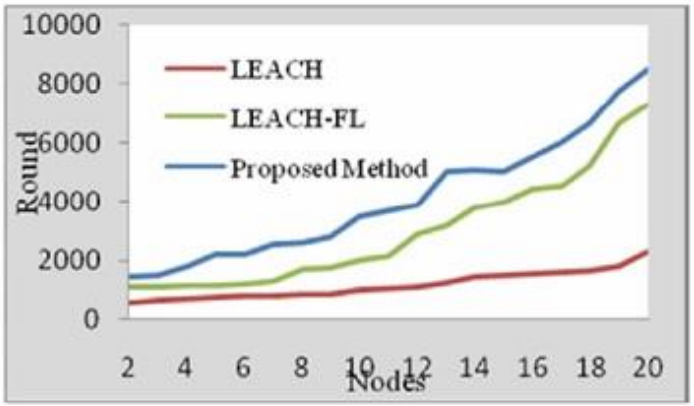
- این عملیات به سادگی توسط روش علامت قدرت سیگنال دریافتی (RSSI) انجام می‌شود. اگر یک گره فاصله‌ی کمتری نسبت به همسایگانش داشته باشد (مرکزیت)، دیگر گره‌ها انرژی کمتری برای ارسال داده به آن گره صرف می‌کنند. ما مرکزیت را با یک معادله‌ی ساده محاسبه می‌کنیم: جمع متقابل تفریق فاصله‌ی همسایگان یک گره. هر چه این عدد کمتر باشد، گره مرکزیت بیشتری دارد.

- اگر یک گره در مرکز توجه باشد یعنی سیگنال‌های زیادی از آن عبور می‌کنند تا به یک سر خوشه برسند و بهتر است این گره سر خوشه شود. همچنین به منظور مصرف انرژی توزیع شده، شانس یک گره برای سر خوشه شدن با افزایش دورهایی که آن گره سر خوشه نبوده بیشتر می‌شود. توابع عضویت که مقادیر ورودی دقیق را به مقادیر فازی تبدیل می‌کنند در شکل ۳ نشان داده شده است.

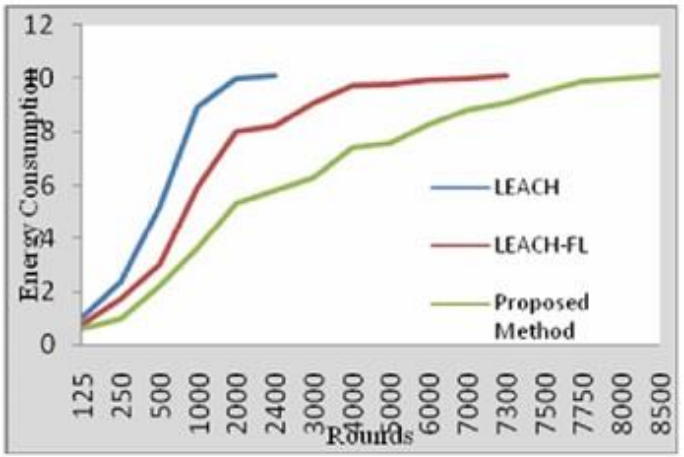
نتایج شبیه سازی

- ما از متلب برای شبیه‌سازی استفاده می‌کنیم[۱۱]. شکل ۶ تأثیر برخی ورودی‌های فازی روی خروجی (□) را نشان می‌دهد.
- این شکل نشان می‌دهد که باقیمانده‌ی انرژی و دورهای غایب در سر خوه تأثیر بیشتری روی خروجی دارند.
- شبکه برای مقایسه با LEACH و LEACH-FL یک مساحت ۱۰۰*۱۰۰ با ۲۰ گره‌ی انتخابی دارد. مختصات BS **(۵۰ ,۲۰۰)**است .
- شکل ۷ مشخص می‌کند که روش پیشنهادی انرژی کمتری نسبت به روش های دیگر مصرف می‌کند و بنابراین طول عمر شبکه افزایش می‌یابد. واضح است که روش پیشنهادی ما به خوبی در همه‌ی حالات کار می‌کند.

نتایج شبیه سازی



شکل ۷- انرژی نودها



شکل ۶- انرژی مصرفی نودها

نتیجه‌گیری

- هدف ما از انجام این تحقیق دستیابی به یک روش بهینه برای خوشه‌بندی در WSNاست. این روش پیچیدگی محاسباتی کمتری دارد زیرا از منطق فازی استفاده می‌کند. به دلیل اینکه همه‌ی عملیات به صورت محلی انجام می‌شود، انرژی زیادی ذخیره می‌شود و سرعت شکل‌گیری خوشه‌ها افزایش می‌یابد. به علاوه، این روش کاملاً استوار است زیرا از ورودی مناسب برای سیستم فازی استفاده می‌کند. ما یک روش خوشه‌بندی کارا با استفاده از ترکیب ویژگی‌های خوب LEACHو منطق فازی استفاده می‌کنیم. این روش بهتر از دیگر روش‌های خوشه‌بندی کار می‌کند.

منابع

[1] S. M. Metev and V. P. Veiko, *Laser Assisted Microtechnology*, 2nd ed., R. M. Osgood, Jr., Ed. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1998.

[2] J. Breckling, Ed., *The Analysis of Directional Time Series: Applications to Wind Speed and Direction*, ser. Lecture Notes in Statistics. Berlin, Germany: Springer, 1989, vol. 61.

[3] D. De, *A Distributed Algorithm for Localization Error Detection-Correction, Use in In-network Faulty Reading Detection: Applicability in Long-Thin Wireless Sensor Networks,* in IEEE 2009.

[4] Heinzelman, A. Chandrakasan and H. Balakrishnan, *An application-specific protocol architecture for wireless microsensor networks*, in IEEE Transactions on Wireless communications, pp. 660 - 670, Oct 2002.

[5] Gupta, D. Riordan and S. Sampalli, "*Cluster-head Election using Fuzzy Logic for Wireless Sensor Networks*, Communication Networks and Services Rearch Conference, pp.255-260, May 2005.

[6] G. Ran, H. Zhang and Sh. Gong, *Improving on LEACH Protocol of Wireless Sensor Networks Using Fuzzy Logic*, Journal of Information & Computational Science 7: 3 767–775, 2010.

[7] G. Chen and Y.H. Joo, *Fuzzy Control Systems: An Introduction*, IGI Global , 2009.

منابع

[8] W.Y. Chiu and B.S. Chen, *Multisource Prediction Under Nonlinear Dynamics in WSNs Using a Robust Fuzzy Approach*, IEEE Transactions on Jan. 2011.

[9] S. Shamshirband, S. Kalantari, Z. sam, D. Shing and L. Shing, *Expert security system in wireless sensor networks based on fuzzy discussion multi-agent systems*, Scientific Research and Essays Vol. 5(24), pp. 3840-3849, 18 December, 2010.

[10] G. W. Nurcahyo, *Selection of Defuzzification Method to Obtain Crisp Value for Representing Uncertain Data in a Modified Sweep Algorithm*, JCS&T Vol. 3 No. 2, October 2003.

[11] F. Vanheel, J. Verhaevert, *Automated Linear Regression Tools Improve RSSI WSN Localization in Multipath Indoor Environment*, EURASIP Journal, 2011.

[12] *http://www.mathworks.com/FuzzyLogic Toolbox user's guide.*

[13] Z. Qin, M. Bai and D. Ralescu, *A fuzzy control system with application to production planning problems*, Information Sciences Elsevier Volume 181, Issue 5, Pages 1018-1027, 1 March 2011.

[14] V. Milanes, J. Perez, E. Onieva and C. Gonzalez, *Controller for Urban Intersections Based on Wireless Communications and Fuzzy Logic*, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol.11(1), pp. 243– 248, 2010.

[15] H. Ando, L. Barolli, A. Durresi, F. Xhafa, and A. Koyama, *An Intelligent Fuzzy-based Cluster Head Selection System for WSNs and Its Performance Evaluation for D3N Parameter*, International Conference on Broadband, Wireless Computing, Communication and Applications, IEEE 2010.

An Efficient Approach for Clustering in Wireless Sensor Network Using Fuzzy Logic

Reza Asghari

Student numbers : **911029635**

Master: Dr Sohail Fateri

Fuzzy systems course projects

با تشکر از

توجه شما