۱– مقدمه

شبکه های MANET (شبکه تلفن همراه) یک شبکه ی مستقل از گره های تلفن همراه است که به صورت بی سیم بهم متصل هستند. هر گره بعنوان یک روتر بسته را به جلو حرکت می دهد.در این نوع شبکه گره ها بصورت آزادانه حرکت می کنند و سازماندهی و توپولوژی را تغییر می دهند.[1]

در این نوع شبکه ها هیچ ایستگاه مرکزی وجود ندارد. چالش هایی که می توان در این نوع شبکه ها پیدا کرد: قابلیت اطمینان ، پهنای باند، قدرت باطری و مسیریابی هستند که با توجه به تحرک نودها و توپولوژی پویا ، الگوریتم مسیریابی مشکل کلیدی برای انتقال اطلاعات در شبکه Manet است .

الگوریتم بهینه سازی کلونی مورچه ها (ACO) یا به اختصار الگوریتم مورچه ها ، از رفتار مورچه های طبیعی که در مجموعه های بزرگ در کنار هم زندگی می کنند الهام گرفته شده است و یکی از الگوریتم های بسیار کارآمد در حل مسائل بهینه سازی است. [2]مورچه ها براساس فرمون هایی که از خود ترشح می کنند هم مسیر حرکت را دنبال کرده و هم از این طریق می توانند کوتاهترین راه را بین آشیانه و غذا پیدا کنند.

در حال حاضر می خواهیم الگوریتم مسیریابی مبتی بر مورچگان را ارائه و مورد مطالعه قرار دهیم. زیرا مناسب برای شبکه های Manet هستند. [3] [4] در این نوع شبکه ها نودها بصورت پویا حرکت و مکرراً تغییر توپولوژی میدهند. پروتکل مسیریابی پیشنهادی در این مقاله الگوریتم بهینه موازی مورچگان (PACO) را برای ایجاد مسیریابی Multi Path (چند مسیره) بین نود مبدا و نود مقصد را ارائه می دهد. در این پروتکل تحویل بسته تا حد زیادی بهبود پیدا کرد و همچنین با استراتژی تبادل اطلاعات و قوانین فرمون تازه ،الگوریتم موازی مورچگان (PACO) را توصیف می کنیم. آزمایش های شبیه سازی با نرم افزار NS-2 انجام شده است که پروتکل پیشنهادی تاخیر کشف مسیر و تاخیر End To End را با ارائه قوانین کاهش می دهد.[5]

PACO (الگوریتم موازی مورچه ها) می تواند احتمال بهبود کشف مسیر و سرعت بخشیدن در سازگاری این نوع شبکه ها را افزایش دهد.

در Manet هر نود یک روتر است و اگر یک نود مبدا قادر به ارسال پیام به طور مستقیم به نود مقصد نباشد ، نود مبدا از نودهای میانی برای به جلو بردن پیام به نود مقصد استفاده می کند. به همین منظور برای ایجاد بیش از یک مسیر بین دو نود ، ما ایده ای پردازش موازی را در الگوریتم پیشنهادی داده ایم. [6]این نودها باید جدول مسیریابی خود را به منظور نگهداری بیش از یک مسیر طبق تغییرات بروز نگه دارند. مزیت اصلی این الگوریتم پیشتهادی کاهش تاخیر End To Endاست و تحویل بسته نسبت به مواردی که از تک مسیر استفاده می کنند به سرعت انجام می شود.

الگوریتم موازی مورچه ها (PACO)

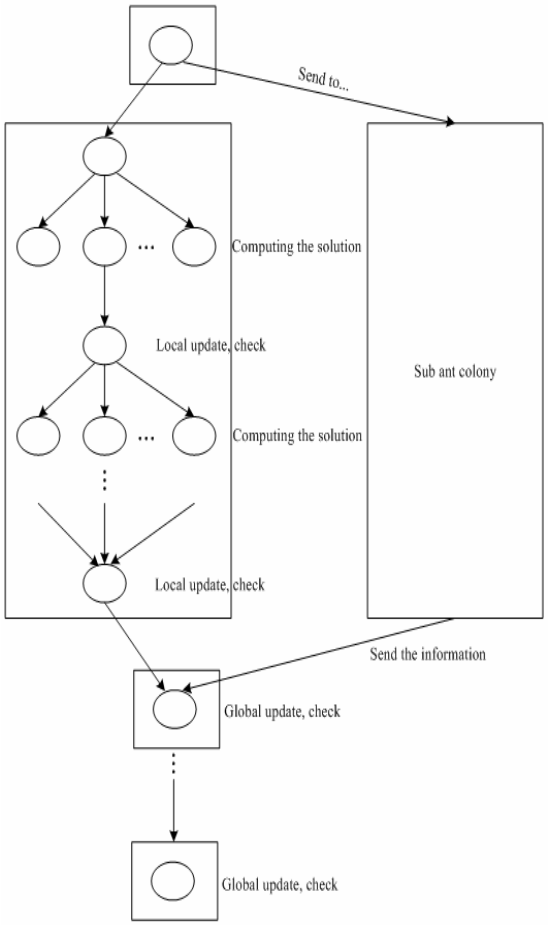
معماری موازی بودن الگوریتم باعث کاهش هزینه شده است. زمانیکه الگوریتم موازی مورچه ها در حال توسعه هستند این باعث استراتژی تبادل اطلاعات شده است

که نقش عمده در الگوریتم را دارد. راه حل آن ماتریس فرمون است که بعنوان پارامتر هدف این آزمایش هست. اصل اساسی الگوریتم موازی مورچه ها تقسیم M مورچه ها به Pکلونی است. به طور معمول تعداد کلونی مورچه ها Na=M/P است . [7]

در طراحی الگوریتم ، در هر کلونی ؛ یک پردازنده توزیع می شود و سپس مورچه ها می توانند بهترین راه حل را به طور مستقل جستجو کنند.

PACO می تواند باعث شود که هر مورچه در هر پردازنده سرعت را افزایش می دهدو این بیشتر زمانی است که ابعاد مسئله بزرگتر است .[8]

شکل (1)



شکل (1): ارزیابی عملکرد PACO به سرعت و دقت الگوریتم توزیع شده است. با توجه به ایده ای پایه ای PACO استراتژی تبادل اطلاعات یک قطب کلیدی الگوریتم است. [9]ما باید اشیا را طوری که محتویات و مدت زمانی از تبادل اطلاعات تعیین کنیم که در PACO سرعت و شتاب بالا رود و بازدهی مناسب داشته باشد.

توضیح الگوریتم PACO (الگوریتم موازی مورچه ها)

۱– نقش فرمون تازه و تبادل اطلاعات :

۱–۱ : تعریف

نوزاد مورچه واقع در گره i با احتمال انتقال از گره های همسایه در Hop بعدی طبق فرمول زیر محاسبه می شود :

$$P(i,j)=\left\{\begin{array}{ll}\dfrac{\rho(i,j)}{\sum_{s\in N_i}\rho(i,s)} & if \quad s\in N_i \\ 0 & otherelse\end{array}\right\} \qquad (1)$$

Ni : مجموعه از تمام همسایه نودها از نود i

P(i,j) : فرمون سمت چپ بوسیله مورچه نوزاد بر روی لینک (i,j)

- احتمال انتقال از گره i مطابق عبارت زیر است :

$$\sum_{j\in N_i} P(i,j)=1$$

قانون محلی از فرمون تازه

فرمون تازه با توجه به فرمول زیر زمانیکه نوزاد مورچه بر روی لینک **(i,j)** است می باشد :

$$\rho(i,j) \leftarrow (1-q)\rho(i,j) + \frac{\alpha}{D(i,j)}$$

q : تبخیر فرمون که در آن صفر یا یک است.

a : پارامتر قابل تنظیم که نشان دهنده میزان تاخیر زمانی **D(i,j)** است که نقش فرمون را بازی میکند.

نقش عمومی فرمون تازه

زمانیکه نوزاد مورچه به نود مقصد می رسد و مورچه **BANT** به مسیر اصلی میرود. طبق فرمول زیر است :

$$\rho(i,j) \leftarrow \begin{Bmatrix} (1-q)\rho(i,j) + \beta \min[B(i,j)] & if \quad (i,j) \in R \\ (1-q)\rho(i,j) & otherelse \end{Bmatrix}$$

R : مسیر هایی از گره مبدا به مقصد است.

β : پارامتر قابل تنظیم که نشان دهنده گلوگاه پهنای باند در فرمون است.

Min [B(i,j)] : گلوگاه پهنای باند در مسیرهای **R** است.

۴– استراتژی تبادل اطلاعات

۴–۱: بهترین راه حل عمومی برای تبادل

در هر مرحله از تبادل اطلاعات بهترین راه حل محاسبه و ارسال به تمام مورچه هایی که یک راه حل جدید محلی را ارائه میدهند.**[10]**

۴–۲: بهترین راه حل محلی برای تبادل (بصورت دایره ای)

یک همسایه مجازی بین مورچه ها به طوری که شکل مستقیم دارد را ایجاد میکند. در هر مرحله از تبادل اطلاعات هر مورچه بصورت محلی بهترین راه حل خود را در حلقه به مورچه جانشین می فرستد.متغیری که بهترین راه حل را پیدا کند بر همین اساس بروز می شود.

۴–۳: همزمان سازی ماتریس فرمون در PACO

زمانیکه برای اجرای بهترین راه حل مسیر برای الگوریتم هستید نیاز به خواندن و نوشتن ماتریس از فرمون که در تبادل اطلاعات میان مورچه هاست. برای عملیات خواندن نیاز به همگام سازی نیست اما برای عملیات نوشتن باید مکانیزم همگام سازی ایجاد شود. در الگوریتم موازی مورچه ها ، ما میزان ماتریس فرمون تازه را اندازه می گیریم. به همین منظور در برنامه نویسی **PACO** مکانیزم ایجاد قفل را برای اشتراک گذاری ماتریس فرمون با اسفاده از تکنیک چند نخ استفاده میکنیم.

شبه کد الگوریتم موازی مورچه ها (PACO)

```
BEGIN
  System initialization:
    Initialize MPI Library; acquire the grade and
      number of process;
    Initialize number of nodes M; Initialize number
      of ants: N;
    Set times of iterated operation: T; Set
      parameters of ant colony algorithms;
    Set the best_route.
  WHILE (times of iterated operation<T)
    FOR (the processing of MPI)
      Initialize starting position of ant colonies in
        every process;
      Search the taboo list;
      WHILE (exists node beyond taboo list)
          Choose the node in the transferring
            probability;
          Ant moves to the node;
          Modify the taboo list;
          Apply the local pheromone refreshing
            rules;
        Modify the pheromone on the route.
      ENDWHILE;

    Ant moves to starting position;
    Apply the global pheromone refreshing rules;
    Modify the pheromone on newest route.
  ENDFOR
      Search routes in the circulation, compare and
        modify the global best route;
      Apply global pheromone refreshing rules;
      Apply synchronization mechanisms for all ant
        processes.
    ENDWHILE
    Output the global best route and the length of it.
  END
```

۵- شبیه سازی

۵-۱ : شرایط شبیه سازی

در محیط شبیه سازی ما تعداد معینی از گره ها را در محیط 1000 *1000 قرار داده ایم. تمام گره ها در محیط بصورت تصادفی توزیع شدند. موقعیت هر گره از دیگر محل ها با ماتریس 20 m/s قرار گرفته است. تمام دوره شبیه سازی 500 s طول می کشد. تحرک نودها توسط زمان توقف بین 0 s و 500 s بیان شد.

۵-۲ : نتایج و تجزیه و تحلیل شبیه سازی

ما برای انجام ارزیابی عملکرد الگوریتم پیشنهادی آن را بر اساس محیط شبیه سازی NS-2 و مقایسه با دو پروتکل AODV و DSR انجام دادیم. ارزیابی اصلی الگوریتم در نظر گرفته شده میانگین تاخیر End To End بسته را کاهش و نسبت تحویل بسته را افزایش داده است.

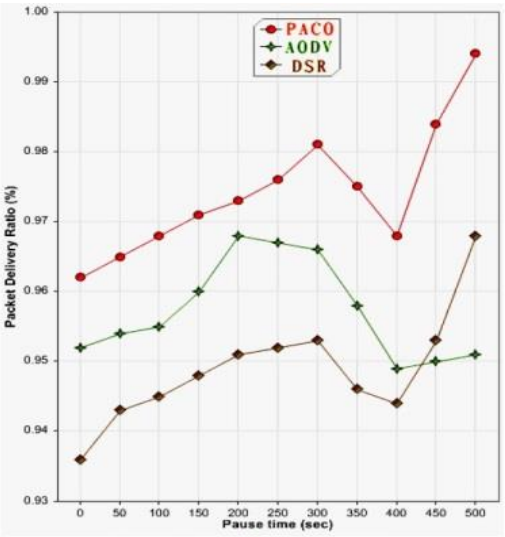


Figure2. Packet delivery ratio

شکل (2) نتیجه محاسباتی ، نرخ تحویل بسته را نشان می دهد. در این شکل مقایسه الگوریتم پیشنهادی با دو پروتکل دیگر است. در الگوریتم موازی مورچه ها می تواند نتیجه بهتری را بدست آورد. در PACO نسبت تحویل بسته به وضوح بالاتر است. به دلیل اینکه مسیرهای چند گانه در جریان ارتباط باعث تعادل میشود.

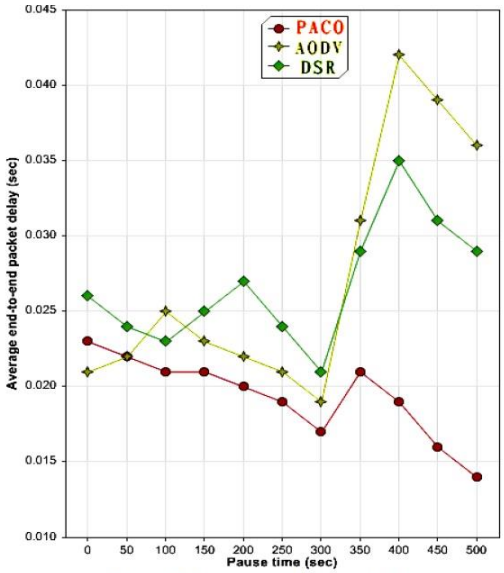


Figure3. Average end-to-end delay

شکل (3) میانگین تاخیر End To End را که شامل تاخیر بار ، تاخیر انتقال ، تاخیر ارسال مجدد و تاخیر انتقال در فواصل زمانی مختلف در زمان توقف را نشان می دهد. در نتیجه ارائه شده در شکل (3) به طور میانگین تاخیر نسبت به دو پروتکل ارائه شده کاهش پیدا کرده است زیرا که در PACO احتمال کشف مسیر را بهبود می بخشد.

۶– نتایج و کار در آینده :

سهم اصلی در این مقاله تاثیر ارتباط بین مورچه ها در مسیر های چندگانه شبکه های ادهاک بوده است.ما پروتکل مسیریابی MultiPath را مبتنی بر الگوریتم موازی مورچه ها را پیشنهاد کردیم و آزمایش شبیه سازی را در نرم افزار NS-2 پیاده سازی کردیم که نتایج یدست آمده نشان میدهد که PACO نتیجه رضایت بخش را در شبکه Manet به ما می دهد و مناسب برای محیط ارتباطی در شبکه ادهاک هستند.

کار در آینده ، بحث درباره بهینه سازی انرژی نودها و طول عمر شبکه با استفاده از الگوریتم پیشنهادی می باشد.

منابع

[1] Abolhasan M. A review of routing protocols for mobile ad Hoc networks. Ad Hoc Networks, 2004(2):1-22

[2] M. Dorigo and T. St¨utzle, Ant Colony Optimization. MIT Press, Cambridge, MA, 2004.

[3] Max Manfrin, Mauro Birattari, Thomas St¨utzle, and Marco Dorigo. Parallel ant colony optimization for the traveling salesman problem. In M. Dorigo, L. M. ambardella, M. Birattari,

[4]A. Martinoli, R. Poli, and T. St¨utzle, editors, Ant Colony Optimization and Swarm Intelligence, 5th International Workshop, ANTS 2006, volume 4150 of Lecture Notes in Computer Sciences, Berlin, Germany, Sep 2006. Springer-Verlag.

[5]R. Michels, M. Middendorf: An Ant System for the Shortest Common Supersequence Problem; in: D. Corne, M. Dorigo, F. Glover (Eds.), New Ideas in Optimization, McGraw-Hill, 1999, 51-61.

[6] Siva Kumar.D, Bhuvaneswaran.R.S, Proposal on Multi agent Ants based Routing Algorithm for Mobile Ad-Hoc Networks. International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.7 No.6, June 2007:260-267.

[7] Gunes M, Sorges U, Bouazizi I. ARA-the ant colony based routing algorithm for MANETs. Parallel Processing Workshops, International Conference on18-21 Aug., 2002:79-85.

[8] Stefan Janson, Daniel Merkle, and Martin Middendorf, Parallel Ant Colony Algorithms. Parallel Computing and Complex Systems Group, University of Leipzig, D-04109 Leipzig, Germany.

[9] Enrique Alba, editor. Parallel Metaheuristics: A New Class of Algorithms. Wiley Series on Parallel and Distributed Computing. Wiley-Interscience, Hoboken, NJ, 2005.

[10] Martin Middendorf, Frank Reischle, Hartmut Schmeck, Information Exchange in Multi Colony Ant Algorithms. Institute Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren, University□at Karlsruhe, D-76128 Karlsruhe, Germany.