Archive of SID

کاربرد الگوریتم های تکاملی و سیستم‌های اطلاعات مکانی در سوانح و حوادث جاده ای

فرشته معصومی[1]، محمد رضا معصومی[2]، فرشاد جعفریه[3]

[1]فرشته معصومی، fereshteh_massoumi@yahoo.com
[2]محمد رضا معصومی (عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابهر) ،massoomi@gmail.com
[3]فرشاد جعفریه، jafarieh_farshad@yahoo.com

چکیده

همه روزه شاهد تصادفات و سوانح تلخ در جاده های کشورمان هستیم.صدمات جانی و مالی ناشی از این حوادث همواره ذهن بشر را به خود جلب کرده تا در صدد پیدا کردن راهی باشد که میزان خسارات و صدمات ناشی از این حوادث را با اقدام به موقع به حداقل برساند.

تشکیل گروه های امداد رسانی، ارائه راه حل هایی برای تشخیص کوتاه ترین مسیر تا محل حادثه، پیشنهاد راه کار هایی جهت یافتن نزدیک ترین پایگاه امداد رسانی به صورت استنتاج شهودی،....نمونه ای از تلاش انسان ها برای کاهش خسارات می باشد.اما در بسیاری از مواقع عمق فاجعه به قدری است که این استنتاج های شهودی از سرعت لازم جهت تشخیص درست و به موقع برخوردار نیستند.

بنابراین سعی ما در این مقاله پیدا کردن کوتاه ترین و کم هزینه ترین و در عین حال کم ترافیک ترین مسیر بین ایستگاه های امداد رسانی نظیر پلیس ، آتش نشانی ، آمبولانس به محل حادثه دیده است که برای انجام این کار از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS: Geographic Information System) بهره خواهیم برد.

کلمات کلیدی: الگوریتم کلونی مورچه(ANT) ،سامانه ی اطلاعات جغرافیایی(GIS) ، فرومون(Pheromone) ،مسئله ی فروشنده ی دوره گرد(TSP)

مقدمه

یکی از مشکلات اساسی در تصمیم گیری در هنگام حادثه عدم دسترسی به اطلاعات کافی و دقیق از محل حادثه، چگونگی ترافیک مسیر و تشخیص بهترین ایستگاه امداد رسانی است.

در شهر های پرترافیک و بزرگ هر گاه یک گزارش تصادف توسط سامانه تلفنی دریافت می شود یک پایگاه صرفا با توجه به نزدیکی منطقه ایی به محل حادثه و به صورت شهودی انتخاب می گردد تا نیروهای امدادی از آنجا به محل اعزام شوند . در این روش راننده خودرو با در دست داشتن آدرس مقصد، خیابان ها را انتخاب می کند. این روش از دقت و سرعت بالایی برخوردار نیست. و حتی گاهی ممکن است به خاطر اشتباهات انسانی مسیر صحیح انتخاب نشود.

در بسیاری از مسائل بهینه سازی به ویژه مسائل بزرگ، انتخاب بهترین جواب از طریق جستجوی همه جانبه اگر چه غیر ممکن نیست، ولی کاری بسیار مشکل است .هدف مسائل بهینه سازی کاهش زمان این جستجوی می باشد .روش های ابتکاری راه حل های خوبی برای یافتن جواب بهینه می باشد، ولی تضمینی برای یافتن جواب بهینه نمی دهند .اما امروزه با بزرگ و پیچیده شدن مسائل، استقبال از روش های ابتکاری بطور چشم گیری افزایش یافته است

هدف از این مقاله ارائه یک الگوریتم مسیر یابی است که با دریافت پارامتر هایی مانند ترافیک خیابان ها ، ساعت و روز انجام عملیات و نقشه مسیرهای ممکن از سامانه ی GIS بهینه ترین مسیر را با شروع از بهترین پایگاه به ماموران امداد اعلام کند.

یکی از سامانه هایی که می تواند در زمینه مدیریت ترافیک به کمک سامانه ی مسیریابی هوشمند بیاید، سامانه اطلاعات مکانی است . سامانه اطلاعات مکانی یا سامانه اطلاعات جغرافیایی مجموعهای ازابزارها برای ترسیم، ویرایش، آماده سازی و آنالیز داده های مکانی، ذخیره، بازیابی و آنالیز داده های غیرمکانی و آنالیز توام داده های مکانی و توصیفی می باشد .سامانه اطلاعات مکانی را میتوان به گونه های زیر نیز تعریف نمود:

"سامانه ی اطلاعات جغرافیایی سامانه ای است که برای دریافت، ذخیره سازی، کنترل، ادغام، پردازش، تحلیل و نمایش داده هایی است که از نظر مکانی به زمین مرجع یافته اند." مزایای استفاده از این سامانه دقت زیاد در موقعیت یابی ، داشتن پوشش جهانی ،زمان بندی دقیق و امکان انجام تحلیل های پیچیده داده های مکانی و غیر مکانی می باشد [1].

در این مسئله از GIS در جهت شناسایی هر چه بهتر مسیر ها، ایستگاه ها، شکل محیط و محل های حادثه دیده استفاده می کنیم.

www.SID.ir

Archive of SID

بدست آوردن کوتاه ترین مسیر در این مسئله کافی نیست بلکه این مسیر باید کم ترافیک ترین مسیر نیز باشد .بدین معنا که گاه اختلاف فاصله ی دو مسیر متفاوت ناچیز بوده اما عامل مطمئن است که یکی از راه ها دارای ترافیک کمتری بوده و سریعتر به محل خواهد رسید.

در این مسئله با استفاده از الگوریتم ANT این مسیر بهینه را به دست خواهیم آورد.

برنامه ریزی بلادرنگ در این مسئله حائز اهمیت است چرا که پس از دریافت یک گزارش تصادف پاسخگویی سریع (پیدا کردن مسیر بهینه و اعلام آن به پایگاه انتخاب شده توسط الگوریتم) حیاتی است.

برای دستیابی به این هدف از الگوریتم کلونی مورچه ها بهره می گیریم زیرا این الگوریتم دارای ویژگی های زیر است:

- قابلیت در بر گرفتن تمامی پارامتر های مسئله
- سرعت پردازش بالا و اعلام نتیجه درست و واضح
- تشخیص مناسب ترین مکان برای استقرار ایستگاه های امداد رسانی

الگوریتمی که در این مقاله مورد بحث قرار گرفته بر روی به اصطلاح مورچه ها متمرکز می گردد، یعنی عواملی که دارای توانایی های ابتدائی خیلی ساده بوده وتا حدی می توانند رفتار مورچه های واقعی را تداعی کنند. یکی از مسائلی که بوسیله زیست شناسان مورد مطالعه قرار گرفته درک این موضوع است که چگونه موجودات تقریبا کور مانند مورچه ها کوتاهترین مسیر را از لانه خود تامنبع غذا و بر عکس پیدا می کنند. آنها پی بردند که یک رسانه برای ابلاغ اطلاعات بین تک تک مورچه ها مورد استفاده قرار می گیردو برای تصمیم گیری درمورد اینکه کدام مسیررا انتخاب کنند به کار می رودکه شامل Pheromone (ماده ی بوداری که یک مورچه در مسیر خود بر روی زمین به جا می گذارد) می باشد. بدین ترتیب مسیر را به وسیله بوی این ماده مشخص می سازد.هنگامی که یک مورچه به طور تصادفی وتنها حرکت می کند با مواجه شدن با مسیری که توسط مورچه یا مورچه های قبلی انتخاب شده ودارای بوی فرمون است به احتمال زیاد مسیر فوق را انتخاب می کند و بافرمونی که خود برجای می گذارد بوی آن را در مسیر مذکور تقویت می نماید.

رفتار جمعی که ظهور می یابد شکلی از رفتار خود تقویتی است , یعنی هرچه مورچه ها بو (ردپا) ماده مذکوررا دنبال کنند آن بو (ردپا) برای مورچه های پیرو آنها جذاب تر خواهد بود. فرایند فوق به وسیله یک حلقه بازخور مثبت توصیف می شود، یعنی احتمال اینکه یک مورچه یک مسیر را انتخاب کند متناسب باتعداد مورچه ها یی که قبلا آن مسیررا انتخاب کرده اند افزایش می یابد.

ایده این است که اگر در یک نقطه معین یک مورچه مجبور است از بین مسیرهای مختلف یکی را انتخاب کند، مسیرهایی که توسط مورچه های قبلی بیشتر انتخاب شده اند (به عبارت دیگر سطح بو(ردپا)آنها بالاست) را با احتمال بیشتری انتخاب خواهند کرد. به علاوه سطح فرمون بالاتر معادل مسیر های کوتاه تر خواهد بود. بدین ترتیب کوتاه ترین مسیر توسط مورچه ها انتخاب می شود. سیستم مورچه ارائه شده بااستفاده از لانه های مورچه مصنوعی چند تفاوت عمده با نوع طبیعی آن خواهدداشت:

۱. مورچه های مصنوعی مقداری حافظه خواهند داشت
۲. آنها کاملا کور نیستند
۳. آنها در محیطی زندگی میکنند که زمان گسسته است

متدولوژی سیستم مورچه(AS):

در این بخش سیستم مورچه معرفی شده واز مسئله فروشنده دوره گرد[1] به عنوان معیار استفاده می گردد. زیرا پیدا کردن کوتاه ترین مسیر در شهر و تا محل حادثه، صورت مسئله ایی شبیه به فروشنده دوره گرد داشته و تفاوت های اندکی در محاسبه هزینه مسیر (در مسئله TSP هزینه مسیر همان مسافت بین شهر هاست) و محل توقف هر مورچه به الگوریتم اعمال می شود.

در مسئله فروشنده دوره گرد، یک فروشنده سفر خود را از یک شهرآغازکرده و پس ازیک سفرکامل دوباره به شهرخودش باز می گردد و از هر شهر فقط یکبار عبور می کند و در ضمن باید از همه شهرها عبور کند. هدف یافتن کوتاه ترین مسیر برای این سفر می با شد.

d تعداد شهرها می باشد D_{ij} فاصله بین شهرi و j است. TSP روی یک گراف وزن دار G(V,E) که V مجموعه شهرها و E مجموعه یال ها (فاصله بین شهرها) می باشد.

$b_i(t),\ i = 1,2,\dots d$ را تعداد جمعیت مورچه ها در شهر i در زمان t ، $m = \sum_{i=1}^{d} b_i(t)$ کل جمعیت مورچه ها می باشد. هر مورچه یک نماینده ساده باویژگیهای زیر است:

۱. آن یک شهررابرای رفتن به آن انتخاب می کندکه تابعی از فاصله شهرومقداربو(ردپا) موجود درآن مسیرمی باشد.
۲. برای وادارکردن مورچه هاجهت انجام سفرهای منطقی،سفربه شهرهایی که یکبار از آن عبورکرده اند ممنوع می باشد.
۳. هنگامی که یک مورچه یک سفرکامل انجام می دهد مقداری فرمون برروی هرمسیر i, j باقی می گذارد.

τ_{ij} شدت بو در مسیر های (i,j) در زمان t می باشد. هر مورچه در زمان t شهر بعدی را انتخاب می کند که در زمان (t+1) در آن خواهد بود . بنابراین اگر یک تکرار از الگوریتم سیستم مورچه m

[1] Traveling Salesman problem (TSP)

www.SID.ir

Archive of SID

حرکت انجام شده توسط m مورچه در فاصله ی زمانی (t,t+1) در نظر گرفته شود ، بعد از d تکرار الگوریتم(یک سیکل) هر مورچه یک سفر کامل انجام داده است. در این نقطه شدت بو(ردپا) بر اساس رابطه ی(1) $\tau_{ij}(t+1) = \rho \times \tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}$ محاسبه می شود و ρ یک ضریب است به طوری که ρ-1 میزان تبخیر ماده بودار را در فاصله زمانی (t,t+1) نشان می دهد .

ضریب ρ باید دارای ارزش کوچکترازیک باشد تا ازانباشتگی نامحدود ماده بودار جلوگیری کند. دراین مقاله شدت بو درزمان صفر یعنی $\tau_{ij}(0)$ برابر یک مقدار ثابت c در نظر گرفته شده است.

$\Delta\tau_{ij} = \sum_{k=1}^{m} \Delta\tau_{ij}^{k}$ که $\Delta\tau_{ij}^{k}$ مقدار ماده بودار در هر واحد طول می باشد که بر روی مسیر (i,j) به وسیله kامین مورچه در فاصله (t,t+1) بر جای گذاشته می شود.

$$\Delta\tau_{ij}^{k}(t,t+1) \begin{cases} Q_1 & \text{اگر kامین مورچه در فاصله زمانی (t,t+1) مسیر (i,j) را انتخاب کرده باشد} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases} \quad (2)$$

که Q_1 یک مقدار ثابت است که در هر واحد طول در مسیر (i,j) بر جای گذاشته می شود.

احتمال گذر (انتقال) از شهر i به شهر j برای k امین مورچه به صورت زیر خواهد بود:

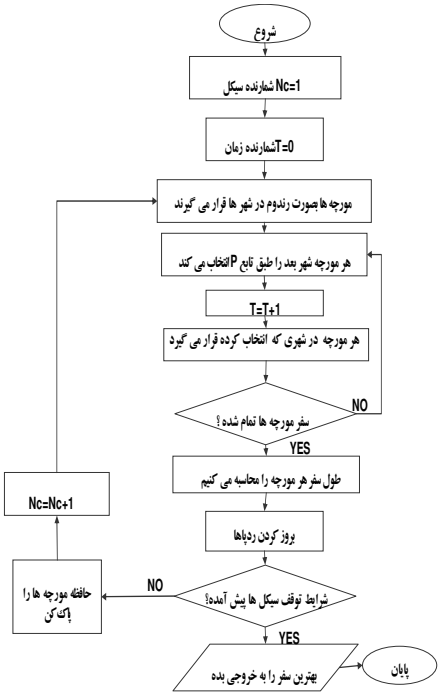
$$P_{ij}^{k}(t) = \begin{cases} \dfrac{(\tau_{ij}(t))^{\alpha} \times (\eta_{ij})^{\beta}}{\sum_{k=0}^{m} (\tau_{ik}(t))^{\alpha} \times (\eta_{ik})^{\beta}} & \text{If } i,j \in allowed_k \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases} \quad (3)$$

در رابطه فوق $allowed_k = \{V\text{-}Tabu_k\}$ و α, β پارامتر هایی هستند که اهمیت نسبی بو(ردپا) را در مقابل قابلیت رویت (visibility) کنترل می کنند. بنابراین احتمال گذریک مبادله بین قابلیت رویت(که می گوید شهرهای نزدیک باید بااحتمال بالایی انتخاب شوند) وشدت بو(ردپا)درزمان t (که می گوید اگر در مسیر i,j ترافیک زیادی وجود داشته باشد آن مسیر بسیار مطلوب خواهد بودو یک فرایند خود تقویتی را به کار می گیرد) می باشد.

برای قابلیت رویت (visibility) یعنی η_{ij} مقدار $\frac{1}{d_{ij}}$ تعریف می شود .

به منظور ارضای این محدودیت که یک مورچه بایدازهمه d شهر مختلف دیدن کند (عبور کند) به هرمورچه یک ساختارداده به نام لیست ممنوع نسبت داده شده است که شهرهایی را که مورچه تاکنون دیدن نموده است ذخیره میکند ومانع ازآن می شود که تا قبل ازپایان d تکرار مورچه دوباره از آنها عبور کند.

هنگامی که یک سفرکامل انجام شد لیست ممنوع برای محاسبه راه حل جاری مورچه مورد استفاده قرار میگیرد (طول سفری که بوسیله مورچه انجام شده است) لیست ممنوع سپس تخلیه شده ومورچه ها دوباره برای انتخاب کردن آزاد گذاشته می شوند. $Tabu_k$ یک بردار رشد یابنده پویا است که شامل لیست ممنوع k امین مورچه است.[2,3]



شکل ۱- تشریح الگوریتم Ant Colony

الگوریتم پیشنهادی :

الگوریتم ارائه شده در این مقاله مشابه الگوریتم شرح داده شده می باشد.

در این الگوریتم η_{ij} وابسته به متغییر هایی می باشد که هزینه ی مسئله را به دست خواهند آورد و به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\eta_{ij} = w_1 \times (1/d_{ij}) + w_2 \times (day) + w_3 \times (hour) + w_4 \times (\lambda) \quad (4)$$

w_1, w_2, w_3, w_4 ضرایب ثابتی می باشند که مجموعشان برابر یک می باشد.

d_{ij} فاصله ی بین دو راس (i,j) ، به عبارت بهتر طول مسیر جاده ها است.

Day روز و hour ساعت حرکت در بین خیابان ها می باشد به طوری که اگر در ساعات شلوغی روز و یا در روز های خاصی در

www.SID.ir

Archive of SID

خیابان های پر تردد قرار داشته باشیم ؛ ضرایب این دو متغییر مقدار بیشتری می گیرد وبه هزینه مفدار بیشتری می دهد.

λ متغییر ترافیک نامیده شده، متغییری است که از تقسیم تعداد ماشین های عبوری از هر جاده به عرض آن جاده به دست می آیدو بدین طریق در محاسبه ی ترافیک هر جاده کمک می نماید.

λ= تعداد ماشین های عبوری/ عرض جاده

هر چه هزینه کم تر مسیر بهینه تر خواهد بود .

در این مسئله هر چه مورچه ها از مسیری بیشتر عبور کنند آن مسیر فرومون بیشتری را خواهد گرفت و احتمال انتخاب بالاتری را توسط مورچه های دیگر به دست می آورد.

در این مسئله طبق AS عمل شده و مانند مسئله TSP در هر راس گراف یک مورچه قرار داده می شود که از آنجا حرکت خود را آغاز کند.

اختلاف دومی که این الگوریتم با ASدارد در لحظه متوقف شدن مورچه هاست ، در سیستم مورچه همان طور که در توضیح مسئلهTSP شرح داده شد، رد پای مورچه ها بعد از طی کردن یک سیکل کامل به روز رسانی می شود و همه مورچه ها هم زمان با هم به مقصد مورد نظرشان رسیده و بعد از اعلام اطلاعاتی که در لیست ممنوعه خود حامل آن هستند می میرند؛ و مورچه ریزی دوم اتفاق می افتد . دلیل اینکه هر مورچه به هر حال می تواند لیست ممنوعه V تایی خود را پر کند و از هر V شهر عبور کند این است که گراف مورد بررسی در TSP گرافی کامل است (گراف کامل گرافی است که از هر راس آن به همه رئوس دیگر یال وجود داشته باشد) نکته مهم این ست که گراف به دست آمده از نقشه ی GIS یک شهر لزوما گراف کامل نیست . به منظور اجرای الگوریتم فوق ابتدا باید شبکه جاده ای شهر را مد لسازی نمود .هر جا که درجهان واقعی اشیاء زیادی با ارتباطاتی به یکدیگر پیوند خورده اند، یک شبکه ی پیچیده وجوددارد.شبکه ها را می توانیم با گرا ف های بزرگ مدل کنیم .اگر خیابان های شهر را یا لهای گراف و تقاطع ها را رئوس یک گراف در نظر بگیریم، آنگاه گرافی داریم با" تعداد تقاطع های شهر "رأس و "تعداد خیابان (جاده) های شهر "یال .هرچه رأس ها و یال های بیشتری انتخاب شوند، محاسبات دقیق تر خواهد بود.

اگر گرافی کامل نباشد با شروع از هر راس آن نمی توان به طور قطع دور همیلتونی به دست آورد (دور همیلتونی مسیری است که از همه رئوس یک بار و فقط یک بار گذشته و دوباره به محل شروع خود باز می گردد)چون گراف مورد بحث در این مسئله کامل نیست. ترتیبی اندیشیده خواهد شد که مورچه هایی که نمی توانند دور همیلتونی ایجاد کنند در راسی که به بن بست بر می خورند ؛ زودتر از بقیه مورچه بمیرند . مردن در این الگوریتم دقیقا به معنای محاسبه و به روز رسانی فرومون در گراف از روی لیست ممنوعه وبعد حذف کردن این ساختمان داده از الگوریتم می باشد. بدین ترتیب هر مورچه تاثیر خود را در مسیری که می تواند طی کند گذاشته و اگر مسیرش به پایان رسید از بین میرود. در این مسئله بعد از معلوم شدن راس مقصد در گراف چند مرحله مورچه ریزی انجام می شود. تکرار مورچه ریزی در این گراف هم درست مثل تکرار مورچه ریزی در گراف کامل موجب برجسته شدن یک سری مسیر بهینه می گردد که مورچه ها را به سمت خود جذب می کند . پس از پایان چند مرحله مورچه ریزی با حرکت از هر راس می توان بهینه ترین مسیر را تا مقصد طی کرد.

نتایج

الگوریتم های متعددی برای پیداکردن کوتاه ترین مسیر بین دو رأس یک گراف وجود دارد، یکی از این الگوریتم ها، الگوریتم دیجسترا می باشد که بدین منظور از ماتریس مجاورت گراف استفاده می نماید از این الگوریتم در در مکان های کوچک جهت سامانه های حمل و نقل به صورت آزمایشی استفاده شده است. سرعت اجرای این الگوریتم به دلیل محاسبات فراوان و ایجاد ماتریس مجاورت نسبت به الگوریتم کلونی مورچه پایین می باشد. الگوریتم کلونی مورچه نسبت به الگوریتم های مسیر یابی دیگر دارای سرعت قابل قبولی می باشد

الگوریتم کلونی مورچه		الگوریتم GP		
شایستگی	تعداد گره ها	شایستگی	تعداد گره ها	
۰,۱۶۶	۱۳	۱,۰	۱۳	بهترین حالت
۰,۰۴۵	۱۴	۰,۱۰۸	۱۴	بدترین حالت

جدول ۱-مقایسه ی دو الگوریتم تکاملی

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

استفاده از سامانه های اطلاعات مکانی برای مدیریت منابع مختلف اطلاعات، مزایای فراوانی دارد.دستیابی سریع به اطلاعات مکانی،شناخت عوامل محیطی، شرایط نقاط حادثه خیز،دسترسی همزمان به اطلاعات، ابزارهای تحلیل و همچنین نمایش سریع نتیجه محاسبات پیچیده به صورت نقشه ها از فواید استفاده از این سامانه ها می باشد .همچنین بوسیله این سامانه تصمیم گیری و طراحی برای مدیران و طراحان بسیار ساده تر و مطمئن تر خواهد شد .البته استفاده از تسهیلات این سامانه مستلزم فعالیت های فراوانی مانند آماده سازی نرم افزار،سخت افزار و داده ها و اطلاعات، نگهداری وبه هنگام نمودن بانک اطلاعاتی مربوطه و همچنین تهیه نقشه های دقیق می باشد .در این مقاله بااستفاده از مفهوم گراف ، سامانه های اطلاعات کامپیوتری و مکانی والگوبرداری از مسأله ی TSPروشی معرفی شد که توانایی پیداکردن مسیری بهینه هم از لحاظ مسافت و هم از لحاظ زمان بین دو مکان مختلف را دارا است.

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع

[1]- امید،تی تی دژ.خودآموز1- ArcGIS9.x و مفاهیم پایه GIS .مؤلف پیرمرادی، علیرضا.ویرایش دوم .آمل . نشر .موسسه فرهنگی هنری شمال پایدار.دانشگاه شمال.اسفند۱۳۸۵.

[2]-محمدی ،علی .جمال نیا ،ابوذر.اولین همایش ملی مدیریت صنعتی.دانشگاه شاهد.

[3]-Dorigo M. and G. Di Caro (1999). The Ant Colony Optimization Meta-Heuristic**.** In D. Corne, M. Dorigo and F. Glover, editors, *New Ideas in Optimization,* McGraw-Hill, 11-32.

www.SID.ir