

جهت یافتن کوتاهترین مسیر در GIS

دکتر حمید عبادی و مهندس روزبه شاد

دانشکده مهندسی ژئودزی و ژئوماتیک - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

Ebadi@kntu.a.c.ir و Rouzbeh-shad@yahoo.com

چکیده

با توسعه روزافزون (GIS)، توابع تجزیه و تحلیل قابل اجرا توسط آن نیز به طور قابل توجهی گسترش یافته‌اند، که از جمله آنها می‌توان به آنالیز شبکه اشاره نمود. یافتن کوتاهترین مسیر از آنالیزهای مهم شبکه می‌باشد که به عنوان یکی از کاربردهای مهم در مسائل حمل و نقل مطرح می‌گردد. با توجه به کاربردهای فراوان آنالیز مسیریابی، تنوع در نوع و حجم اطلاعات ورودی و پارامترهای گوناگون اثرگذار بر کارایی یک الگوریتم مسیریابی در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی از سوی محققین راه‌حلهای مختلفی برای حل مسئله مسیریابی ارائه شده است که از جمله آنها به الگوریتم دایسترا و ژنتیک می‌توان اشاره نمود.

الگوریتم دایسترا یکی از معروفترین روشهای یافتن کوتاهترین مسیر می‌باشد که قادر است در یک شبکه مشخص کوتاهترین مسیر را با استفاده از محاسبات ماتریسی بیابد. اما در کاربردهای آنی، با توجه به حجم بالای اطلاعات ورودی، قید و شرطهای پیچیده و نیاز به عملکرد سریع، این الگوریتم کارایی خود را از دست خواهد داد. بدین ترتیب که، با افزایش حجم محاسباتی در ماتریس شبکه، پیچیدگی زمانی آن نیز افزایش می‌یابد. برای رفع این مشکل از الگوریتم ژنتیک می‌توان استفاده نمود. الگوریتم ژنتیک یک تکنیک بهینه‌سازی است که با کوچک نمودن محدوده جستجو قادر است میزان محاسبات و تعداد مقایسه‌ها را کاهش دهد. در این مقاله با بررسی اجمالی تئوری گرافها، نحوه عملکرد الگوریتمهای مسیریابی دایسترا و ژنتیک مورد بررسی قرار گرفته و نتایج چند کار عملی ارائه می‌گردد. در نهایت با مقایسه و بررسی نتایج، نقاط قوت و ضعف هر یک از آنها مشخص خواهد شد.

۱- مقدمه

با گسترش (GIS) و توابع آن اجرای آنالیز شبکه به عنوان امری عادی و

مرسوم درآمده است. یکی از معروفترین آنالیزهای شبکه، کوتاهترین مسیر است که براساس الگوریتمهای موجود، بهترین مسیر را در اختیار کاربران قرار می‌دهد. این الگوریتم در یک شبکه مشخص کوتاهترین مسیر را از یک نود منبع به نودهای دیگر شبکه تعیین می‌کنند.

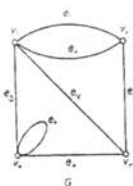
از معروفترین الگوریتمها جهت انجام این امر الگوریتم (Dijkstra) است که در سال ۱۹۶۰ ابداع شد. یکی از دلایلی که باعث شهرت این الگوریتم شده، روش برجسب زنی به کار گرفته شده در آن است. بدین صورت که تعداد مراحل محاسباتی که در این الگوریتم انجام می‌شود نسبت به الگوریتمهای دیگر کمتر است. الگوریتمی از لحاظ نظریه گرافی مناسب است که تعداد مراحل محاسباتی مورد نیاز جهت پیاده سازی آن بر روی گراف کم باشد. حال این سؤال مطرح می‌شود که چگونه می‌توان سرعت اجرای این الگوریتم را بالا برد.

جواب دادن به این سؤال معمولاً در حالت اجرای الگوریتم به صورت آنی اهمیت می‌یابد. به عنوان مثال در یک شبکه شامل خیابانهای شهر مسئله هدایت آمبولانس از طریق مراکز اورژانس و یا استفاده از (GIS) مطرح می‌شود. در این حالت به دلیل تغییر ترافیک در خیابانهای شهر و اطعمیان از امنیت جانی بیماران، کوتاهترین مسیر باید به صورت آنی و در عرض چندثانیه تعیین شود.

(نگاره ۱-۱) یکی از روشهای مورد استفاده برای نیل به این مقصود استفاده از روشهای تکاملی مانند الگوریتم ژنتیک می‌باشد.

۲- تئوری گراف

در دنیای اطراف ما، وضعیتهای فراوانی وجود دارند که می‌توان توسط نموداری متشکل از یک مجموعه نقاط، به علاوه خطوطی که برخی از این نقاط را به یکدیگر متصل می‌کنند، به توصیف آنها پرداخت. به عنوان مثال، برای نشان دادن رابطه دوستی بین یک دسته از انسانها می‌توانیم هر



	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6	e_7
v_1	1	1	0	0	1	0	1
v_2	1	1	1	0	0	0	0
v_3	0	1	1	1	0	0	0
v_4	0	0	1	1	1	0	0
v_5	0	0	0	1	1	1	0
v_6	0	0	0	0	1	1	1
v_7	1	0	0	0	0	1	1

نگاره (۲-۱): نمایش از ماتریس وقوع و مجاورت

۳- نحوه عملکرد الگوریتم دایسترا

الگوریتم دایسترا کوتاهترین مسیر بین نودهای معلوم شبکه را از طریق یک ماتریس محاسبه می‌کند. بدین صورت که هر ردیف این ماتریس متناظر با یک نود موجود در شبکه می‌باشد.

همانطور که الگوریتم پیش می‌رود محاسبات بر روی مسیرها از نود منبع تا نودهای دیگر شبکه انجام می‌گیرد و بهترین مسیرها با کمترین وزنها تعیین می‌شوند.

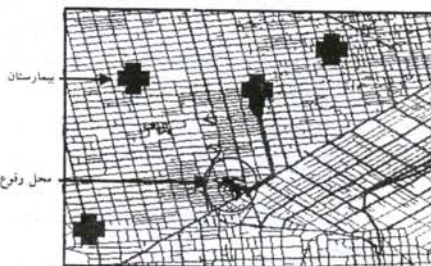
۳-۱- عناصر ماتریس

- اجزاء تشکیل دهنده ماتریس به صورت ذیل می‌باشند. (نگاره (۳-۱))
- الف- **آرایه فاصله:** این آرایه مقادیر کمترین فاصله از نود منبع تا نودهای دیگر را نگهداری می‌کند. هر چقدر که الگوریتم پیش می‌رود، مقدار آن به مقدار کوتاهترین فاصله نزدیکتر می‌شود.
 - ب- **آرایه مسیر:** لیستی از مجموعه نودهای تشکیل دهنده کوتاهترین مسیر، از نود منبع تا نودهای دیگر را نگهداری می‌کند.
 - ج- **آرایه شمول:** لیستی از نودهای پردازش شده و در حال پردازش را نگهداری می‌کند.

۳-۲- مراحل اجرای الگوریتم دایسترا

- در شروع الگوریتم مقادیر آرایه‌ها به صورت ذیل تعریف می‌شوند.
- الف - برای نود شروع، آرایه فاصله مقدار صفر به خود می‌گیرد. برای نودهایی که به صورت مستقیم با نود شروع در ارتباط نمی‌باشند، به عناصر آرایه مقدار بی‌نهایت تعلق می‌گیرد.
 - ب - در آرایه مسیر (Path)، برای نودهایی که با نود شروع نمایش داده می‌شود و برای نودهای دیگر عناصر آرایه خالی می‌باشند.
 - ج - در آرایه شمول (Included) برای نود شروع رسته (Yes) و برای نودهای دیگر شبکه رسته (No) نمایش داده می‌شود. سپس الگوریتم مراحل ذیل را به صورت مکرر انجام می‌دهد تا اینکه مقدار شمول نود انتهایی (Yes) شود. در میان نودهایی که مقدار شمول آنها (No) است می‌گردد و نود با کمترین مقدار فاصله را می‌یابد (به عنوان مثال نود (n)). مقدار شمول نود (n) را (Yes) می‌کند. یعنی نود (n) به عنوان نود شروع جهت پردازش بعدی در نظر گرفته می‌شود. نودهایی را که مقدار شمول

شخص را با یک نقطه مشخص کنیم و نقاط متناظر با هر دو دست را با یک خط به یکدیگر وصل نماییم. یا در جای دیگر ممکن است برای نشان دادن یک گراف از تباطی از نموداری استفاده کنیم که در آن نقاط نمایانگر مراکز ارتباطی و خطوط، نشان دهنده پیوندهای ارتباطی بین مراکز باشند. توجه داریم که در این گونه نمودارها، آن چه بیشتر مورد توجه است این است که آیا دو نقطه داده شده، به وسیله یک خط به یکدیگر متصل هستند یا نه و طریقه اتصال آنها اهمیتی ندارد. تجرید ریاضی این وضعیت‌ها به مفهوم گراف منتهی می‌شود.



نگاره (۱-۱): یافتن کوتاهترین مسیره صورت آبی

گراف (G) یک سه تایی مرتب Ψ و $E(G)$ و $V(G)$ است که از یک مجموعه ناتهی $V(G)$ از رأسها، یک مجموعه $E(G)$ مجزای از $V(G)$ از یالها و یک تابع وقوع $\Psi(G)$ تشکیل شده است که به هر یال (G)، یک زوج از رأسهای (G) - که الزاماً متمایز نیستند- نسبت می‌دهد. اگر (e) یک یال (u,v) و در رأس باشند به طوری که $\Psi(G)(e) = uv$ در این صورت گفته می‌شود که (e)، رأسهای (u,v) را به یکدیگر وصل کرده است و رأسهای (u,v) دو سویال (e) نامیده می‌شوند.

۱-۲- نمایش گراف

متناظر با هر گراف (G) یک ماتریس (v) وجود دارد که ماتریس وقوع (G) نامیده می‌شود. اگر رأسهای (G) را (v_1, v_2, \dots, v_n) و یالهای آن را (e_1, e_2, \dots, e_m) نمایش دهیم آنگاه ماتریس وقوع (G)، ماتریسی مانند $M(G) = [m_{ij}]$ است که در آن (m_{ij}) برابر با تعداد دفعاتی است که (vi) بر (ej) واقع شده است. در حقیقت ماتریس وقوع یک گراف، روشی برای معین نمودن آن گراف است.

راه دیگر معین نمودن یک گراف، استفاده از ماتریس مجاورت آن است که ماتریسی است $(v \times v)$ ، مانند $A(G) = [a_{ij}]$ که در آن (m_{ij}) برابر تعداد یالهایی است که (vi) را به (vj) وصل می‌کند یک گراف به همراه ماتریس وقوع و ماتریس مجاورت آن در نگاره (۲-۱) نشان داده شده است در حالت کلی ماتریس مجاورت یک گراف، به طور قابل ملاحظه‌ای از ماتریس وقوع آن کوچکتر است و روی همین اصل برای نگهداری و پردازش یک گراف در کامپیوتر معمولاً از ماتریس مجاورت آن استفاده می‌شود.

پیچیده و ترکیبی حمل و نقل بسیار مناسب می‌باشند. با تلفیق الگوریتمهای ژنتیک برنامه نویسی شه گرا و تکنیکهای موجود در (GIS) نتایج دقیق تر و با پیچیدگی زمانی کمتری را می‌توان بدست آورد.

۴-۱- ساختار کلی الگوریتم ژنتیک

ساختار تشکیل دهنده الگوریتم ژنتیک شامل مواردی مانند کروموزوم، جمعیت، درجه فیت شدن، اپراتور انتخاب نسل، اپراتورهای ژنتیک و پارامترهای کنترلی می‌باشد که در ادامه شرح می‌گردند.

الف- کروموزوم

در الگوریتمهای ژنتیک با اصطلاحی به نام کروموزوم مواجه می‌شویم. کروموزوم نمایشی از جواب مسئله است. در مسئله کوتاهترین مسیر، مجموعه‌ای از آرکها و نودها، کروموزوم را تشکیل می‌دهند. هر کروموزوم به اجزاء کوچکتری به نام ژن تقسیم می‌شود. در مسئله کوتاهترین مسیر شماره نودهای تشکیل دهنده کروموزوم ژن هستند. در نگاره ذیل از نود ۱ تا نود ۵ به صورت یک کروموزوم نمایش داده شده است.



نگاره (۱-۴): مفهوم کروموزوم وزن

ب- جمعیت

مجموعه‌ای از کروموزومها در هر نسل، جمعیت را بوجود می‌آورند. در واقع جمعیت مجموعه‌ای از راه‌حلهاست. در این حالت برخلاف روشهای قدیمی هیچ محدودیتی از لحاظ مستقیم یا غیرمستقیم بودن آرکها وجود ندارد.

پ- درجه فیت شدن

با مقایسه هر مسیر با مسیرهای دیگر درجه فیت شدن تعیین می‌شود. درجه فیت شدن امکان زنده ماندن یک مسیر را در نسل بعدی مشخص می‌کند. در مسئله یافتن کوتاهترین مسیر، درجه فیت شدن براساس مجموع وزنهاي آرکهای تشکیل دهنده یک مسیر و پارامترهای مرتبط با آن محاسبه می‌گردد.

ج- اپراتور انتخاب نسل جدید (اپراتور تکاملی)

اپراتور انتخاب، اولین المانهای موقعیتی جمعیتی نسل بعدی را از جمعیت مرتب شده موجود استخراج می‌کند. این عمل براساس نرخ انتخاب از قبل تعیین شده انجام می‌گیرد.

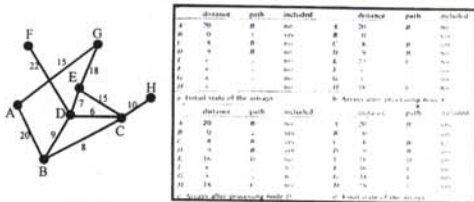
ج- اپراتورهای ژنتیک

در الگوریتم ژنتیک دو اپراتور پیوندی و جهش برای تولید مسیرهای بهینه در شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

اپراتورهای پیوندی

ابتدا دو مسیر به صورت تصادفی از نسل قبلی انتخاب می‌شوند. در هر رشته از مسیرها دو نود پیوندی به صورت تصادفی در نظر گرفته می‌شوند. سپس قطعات مارک شده در هر مسیر استخراج شده و بین دو مسیر مبادله

آنها (No) است و با (n) در ارتباط هستند، جستجو می‌کند. به عنوان مثال اولین نود (m) مرتبط با (n) را می‌یابد. برچسب فاصله (n) را با مقدار فاصله (mm) جمع می‌کند و مقدار حاصل شده را با برچسب فاصله قبلی نود (m) مقایسه می‌کند. اگر این مقدار کمتر باشد مقدار آرایه فاصله را برای (m) به مقدار حاصل شده تغییر می‌دهد و در آرایه مسیر مربوط به نود (m) شماره (n) را قرار می‌دهد. بدین ترتیب کوتاهترین مسیرها از نود شروع تا تک تک نودهای شبکه محاسبه می‌شوند. (نگاره (۳))



نگاره (۳-۱): عناصر ماتریس الگوریتم دایسترا ونحوه عملکرد آنها بر روی شبکه

۳-۳- پیچیدگی زمانی الگوریتم دایسترا

پیچیدگی زمانی این الگوریتم $O(n^2)$ می‌باشد که در اینجا (n) تعداد نودهای موجود در شبکه است. یکی از روشهای کم کردن پیچیدگی زمانی این الگوریتم بدین صورت است که الگوریتم را از چند جهت گسترش دهیم یعنی پردازش در هر مرحله از دو یا چند نود شروع شود.

۴- نحوه عملکرد الگوریتم ژنتیک

بعضی از مسائل مربوط به بهینه سازی آنقدر پیچیده اند که توسط روشها و تکنیکهای مرسوم به راحتی حل نمی‌شوند. در چنین مواردی از تکنیکهای بهینه سازی اتفافی استفاده می‌شود. یکی از معروفترین تکنیکها در این زمینه استفاده از الگوریتمهای تکاملی می‌باشد. الگوریتمهای تکاملی به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند که عبارتند از:

الف- الگوریتمهای ژنتیک

ب- برنامه‌های تکاملی

ج- استراتژیهای تکاملی

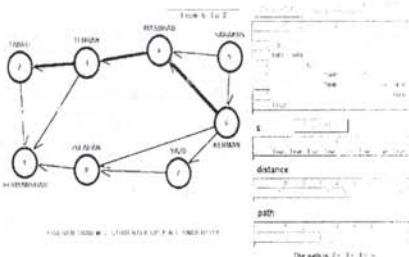
امروزه استفاده از الگوریتمهای ژنتیک برای حل مسائل مربوط به بهینه سازی گسترش یافته است. رفتار پیچیده مربوط به مسائل بهینه سازی در جهان واقعی مانند: داشتن اهداف چندگانه و تأثیر فاکتورها و قیدهایی گوناگون در امور حمل و نقل و موجب شده است که روشهای بهینه سازی قدیمی کارایی لازم، برای حل اینگونه مسائل را نداشته باشند. الگوریتمهای ژنتیک به عنوان یکی از مهمترین الگوریتمهای تکاملی همیشه بهترین جواب را تضمین نمی‌کنند، ولی قادرند که محدوده جوابهای ممکن را بیابند. این امر با وارد نمودن خصوصیات هدف در الگوریتم تحقق می‌یابد. الگوریتمهای ژنتیک با داشتن ویژگیهایی مانند: انعطاف پذیری، استحکام و سازگاری در مسائل پیچیده غیرخطی عملکرد موفقیت آمیزی را دارند. به علاوه این الگوریتمها برای حل مسائل

نویسی (Visual basic ver 6.0) و (Mapobject) پیاده سازی شده سپس عملکرد آنها بر روی شبکه راههای ایران در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.



نگاره (۴-۴): فلوجارت حل مسئله یافتن کوتاهترین مسیریبا استفاده از الگوریتمهای ژنتیک

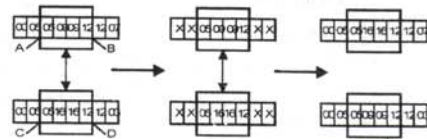
۴-۵ - پیاده سازی الگوریتم دایسترابر روی یک شبکه جهت دار همانگونه که ذکر شده الگوریتم دایسترا یکی از معروفترین الگوریتمهای مسیریابی به شمار می‌رود. با توجه به این امر برنامه‌ای جهت نمایش نحوه عملکرد این الگوریتم بر روی یک شبکه جهت دار نوشته شد که نتایج این برنامه در (نگاره ۵-۵) نمایش داده شده است. در این برنامه کاربر ابتدا نودها، آرکها، وزنها و جهات دلخواه خود را وارد می‌کند. نودهای ابتدا و انتها با کلیک بر روی آنها در بالای صفحه نمایش داده می‌شوند. در منوی (Find) بعد از کلیک بر روی زیر منوی (Shortest Path) کوتاهترین مسیر بین دو نقطه محاسبه شده و ماتریس متوجه نمایش داده می‌شوند. برنامه قادر است که درخت خروجی کوتاهترین مسیر را نیز نمایش دهد.



نگاره (۵-۵): نحوه عملکرد برنامه جهت یافتن کوتاهترین مسیریبا استفاده از الگوریتم دایسترا

۴-۵ - پیاده سازی الگوریتم ژنتیک بر روی یک شبکه جهت دار این الگوریتم نیز با توجه به ساختار توضیح داده شده در بخش ۴-۱ و (نگاره ۴-۴) پیاده سازی گردید. در این برنامه کاربر قادر است جمعیت

می‌شوند. البته قبل از انجام این عمل، تستی برای تشخیص نودهای ناسازگار انجام می‌شود. (نگاره ۴-۲)



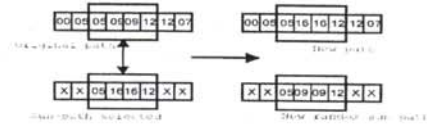
نگاره (۴-۲): نمایش از نحوه عملکرد اپراتورهای پیوندی

اپراتورهای جهش

مشابه اپراتورهای پیوندی است با این تفاوت که تنها بر روی یک مسیر از نسل قبل اعمال می‌شوند. بدین نحو که ابتدا نودهای جهش مسیر انتخاب می‌شوند. سپس با به کارگیری قانون خاصی، به صورت تصادفی یک زیر رشته از مسیر موجود می‌آید. (نگاره ۴-۳)

پارامترهای کنترلی

پارامترهای کنترلی مدل، مجموعه شرایطی هستند که باعث کارایی الگوریتم می‌شوند.



نگاره (۴-۳): نمایش از نحوه عملکرد اپراتورهای جهش

این پارامترها شامل مواردی مانند: نسلها، تعداد مسیرهای نسل، طول مسیر، شرط پایان یافتن الگوریتم، نرخ انتخاب نسل جدید، نرخ جهش و نرخ پیوند هستند. این پارامترها بر اساس اهداف مسئله و تعداد نودهای موجود در شبکه انتخاب می‌شوند.

۴-۲ - حل مسئله کوتاهترین مسیریبا استفاده از الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک بر اساس ارزیابی تابع فیت از وزنهای متناسب به آرکها استفاده می‌شود. بدین نحو که ابتدا، به صورت تصادفی جمعیت اولیه تشکیل می‌شود. در این مرحله هر مسیر موجود در جمعیت اولیه دارای یک تابع فیت است. در نتیجه با استفاده از تابع فیت، هر مسیر از مسیرهای دیگر متمایز می‌شود. اپراتورهای ژنتیکی بر روی مسیریبا اعمال می‌شوند و مسیرهای بهتر بعدی تولید می‌شوند. بدین معنی که در هر نسل جدید مسیرها درجه فیت بهتری نسبت به جمعیت نسل قبل دارند. (نگاره ۴-۴) فلوجارت کلی مدل برای حل مسئله یافتن کوتاهترین مسیریبا نشان می‌دهد.

۵ - تست علمی

در این بخش ابتدا الگوریتم دایسترا و ژنتیک با استفاده از زبانهای برنامه

۶- نتیجه گیری

در سالهای اخیر، شاهد افزایش و عمومیت آنالیزهای تصمیم‌گیری وابسته به شبکه‌های حمل و نقل در داخل محیط (GIS) هستیم. در این نوع آنالیزها محاسبه کوتاهترین مسیر اغلب یک عمل محوری و مهم محسوب می‌شود زیرا خروجی الگوریتم کوتاهترین مسیر به عنوان ورودی برای مدل‌های سطح بالا محسوب می‌شود.

در بسیاری از آنالیزهای حمل و نقل مانند (Vehicle Routing, Network Flows, Facility Location) و تولید (Delivery Rout) تعیین کوتاهترین مسیر نقش مهمی را ایفا می‌کند.

بنابراین کوتاهترین مسیر می‌تواند به عنوان نقطه شروعی برای حل مسائل پیچیده حمل و نقل محسوب شود. با پیشرفت تکنولوژی (GIS) و دسترسی به شبکه راه‌ها با کیفیت بالا هدایت آنالیزهای حمل و نقل توسط (GIS) میسر می‌شود. در بعضی از موارد آنالیزها باید به صورت آنی (Real Time) انجام شوند. این نوع آنالیزها به الگوریتم‌های کوتاهترین مسیر با کارایی بالا وابسته هستند. بدین منظور در ارزیابی که بر روی الگوریتم‌های دایسترا و ژنتیک انجام شده، نتایج ذیل حاصل گردید.

- الگوریتم دایسترا در یافتن کوتاهترین مسیرهای یک به یک عملکرد بهینه‌تری را نسبت به مدل ژنتیک نشان می‌دهد.

- مزایای الگوریتم ژنتیک نسبت به الگوریتم دایسترا به شرح ذیل می‌باشد.

الف- سهولت در استفاده از اطلاعات مکانی

ب- کاهش زمان حل مسئله در شبکه‌های پیچیده

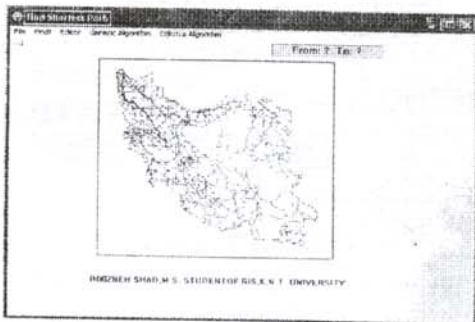
ج- اجازه معرفی قیدها و شرطهای مختلف موجود در جهان واقعی

۷- منابع

- 1 - Aronof.S.(1995).Geographic Information System, AManagement perspective, P.P.189-192.
- 2 - Cherkassky,B.V.,Goldberg,A.V.,and Radzik,T.(1993) Shortest Paths Algorithms:Theory and Experimental Evaluation .Technical Report, P.P.93-1480.
- 3 - Diaz A.(1996),Optimization Heuristic Algorithms. Madrid, P.P.29-46.
- 4 - Gen M.(1997),Genetic Algorithms and Engineering Design. John Wiley, NewYork,P.P.5-63.
- 5 - Laurini,R.and Thompson,D.(1992),Fundamentals Of Spatial Information System,P.P.546-548.
- 6 - Worboys.M.F.(1995).GIS,A Computing Perspective, P.P.232-238.
- 7 - Zhan.F.Benjamin.(1996).Three Fastest Shortest Path Algorithms, P.P.69-82.

۸- مؤسسه فرهنگی هنری دیپاگران تهران - نظریه گرافها و کاربردهای آن - ۱۳۷۹ چاپ اول.

اولیه را به صورت تصادفی انتخاب نموده و پارامترهای کنترلی را به دلخواه وارد نماید. جمعیت اولیه با استفاده از تعیین محدوده توسط کاربر بین نودهای مبدأ و مقصد انتخاب می‌گردد. واسط کاربر توسعه داده شده بدین منظور در (نگاره (۵-۲)) نشان داده شده است.



نگاره (۵-۲): پیاده سازی الگوریتم ژنتیک با استفاده از کدنویسی

۵-۳- ارزیابی و مقایسه نحوه عملکرد الگوریتم‌های دایسترا و ژنتیک از لحاظ زمانی

در این مرحله نحوه عملکرد الگوریتم‌های دایسترا و ژنتیک بر روی شبکه راه‌های ایران شامل: آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها، راه‌های آسفالتی درجه ۲، ۱ و ۳ و راه‌های شوسه، در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و با استفاده از مشاهدات زمانی ارزیابی گردید. این شبکه با تعداد ۶۰۰۰ نود دارای پیچیدگی مناسبی جهت ارزیابی می‌باشد. الگوریتم‌های موردنظر در سه حالت یک به یک (یک مبدأ و یک مقصد) یک به چند و چند به چند اجرا شده و مدت زمانهای اجرای هر یک از آنها در شرایط یکسان اندازه‌گیری شد. نتایج ارزیابی در جدول (۵-۱) آورده شده است.

جدول (۵-۱): نتایج ارزیابی زمانی الگوریتم‌های دایسترا و ژنتیک

الگوریتم	مدت زمان اجرا بر حسب ثانیه		
	یک به یک	یک به چند	چند به چند
دایسترا	۱۴۵/۱۵	۱۸۲/۱۲	۲۳۴/۱۸
ژنتیک	۱۴۹/۱۸	۱۶۸/۱۴	۱۸۵/۱۳

همانطور که از جدول فوق مشهود است الگوریتم دایسترا در حالت یک به یک عملکرد بهینه‌تری را نسبت به الگوریتم ژنتیک داراست ولی در حالت یک به چند و چند به چند عملکرد زمانی الگوریتم ژنتیک بهتر از الگوریتم دایسترا می‌باشد. این نتیجه نشان می‌دهد که در پیچیدگیهای محاسباتی بالا الگوریتم ژنتیک عملکرد بهتری نسبت به دایسترا دارد. نکته قابل توجه در اجرای الگوریتم ژنتیک معرفی جمعیت اولیه در آن است جمعیت اولیه باید به نحوی انتخاب گردد که نتایج نهایی همگرا شوند و الگوریتم به ثبات نسبی برسد. در ارزیابی فوق جوابهای اولیه با روش سعی و خطا معرفی شده‌اند.