

برنامه ریز مسیر با الهام از الگوریتم ژنتیک براساس برنامه نویسی پویا

لیلا امیریان

پژوهشگر، ایران، لرستان، الیگودرز

چکیده

برنامه ریزی مسیر را می توان به عنوان یک فرایند بهینه سازی که در آن یک مسیر بهینه بین دو نقطه تحت برخی از محدودیت های معمولی از پیش تعریف شده پیدا می شود مشاهده کرد. برخی از محدودیت های معمول مانند طول مسیر، مصرف سوخت، و مسیر ضریب ایمنی است. الگوریتم های دقیق مانند برنامه ریزی خطی lp و برنامه نویسی پویا dp بطور گسترده ای در سیستم های مانور خودرو به تصویب رسید. با این حال، الگوریتم های دقیق به عنوان مشکل مقیاس دامنه، از پیچیدگی محاسباتی بالا رنج می برند. در مقابل، الگوریتم متاهیورستیک مانند الگوریتم تکاملی EA و الگوریتم های ژنتیکی GA می تواند راه حل های $SUBOPTIMUM$ بدون درک کامل فراهم کند و الگوریتم های متاهیورستیک قادر هستند راه حل های مناسب و معقولی را در یک دوره محدود از زمان برای مشکلات بزرگ ارائه دهند. در این مقاله، خودرو بدون سرنشین در زیر آب بر اساس الگوریتم ژنتیک و برنامه ریزی مسیر بر اساس برنامه نویسی پویا ارائه شده است. نتایج شبیه سازی نشان می دهد که الگوریتم پیشنهادی می تواند یک مسیر مبنی بر الگوریتم ژنتیک برنامه ریز مسیر بهتر از لحاظ سرعت و کیفیت راه حلی را پیشنهاد دهد.

واژه های کلیدی: الگوریتم ژنتیک، روش پیاده سازی، برنامه نویسی پویا، مسیر برنامه ریزی، کنترل وسیله نقلیه زیر دریایی

مقدمه

وسایل نقلیه بدون سرنشین برای مقاصد نظامی طراحی شده بودند در مقایسه با یک وسیله نقلیه معمولی، یک وسیله نقلیه بدون سرنشین نسبتاً ارزان است. بنابراین این ویژگی منحصراً به فرد وسایل نقلیه بدون سرنشین باعث می شود که برای مأموریت های سری مناسب تر باشند و استفاده از وسایل نقلیه بدون سرنشین تا حد زیادی در کاهش تعداد تلفات و هزینه در یک مأموریت استفاده به صرفه های دارد. پیشرفت های اخیر در فن آوری باعث توسعه وسایل نقلیه بدون سرنشین به یک سطح جدید شده است در حال حاضر، وسایل نقلیه بدون سرنشین بطور گسترده ای در کاربردهای غیر نظامی مانند نقشه برداری و نجات زندگی انسان ها استفاده می شود. با استفاده از وسایل نقلیه بدون سرنشین کارهای روتین و کارهای خسته کننده را می توان از اپراتور انسان گرفت. بنابراین منابع انسانی می تواند به وظایف دیگری بپردازند. خلاصه این که عملیات کنترل وسیله نقلیه بدون سرنشین می تواند 1- خودرودون سرنشین از طریق یک سری از نقاط راه به مانور بپردازد. 2- برای انجام کارهای مختلف در مکان های مختلف بکار می رود. این عملیات بر اساس برخی از محدودیت های از پیش تعریف شده در ابتدا به عنوان مشکل برنامه ریز مسیر شناخته شده است. فرایند برنامه ریز مسیر که معمولاً آفلاین است که با کمک دانش موجود در مورد محیط زیست انجام شده است. با توجه به برخی از جنبه ایی مانند طول مسیر، مصرف سوخت و ضریب ایمنی مسیر بهینه سازی مشروط بر آن است که ضریب ایمنی بر خورد مسیرش را طی کند. بر نامه ریز خود مختار بطور گسترده ای در هدایت وسایل نقلیه بدون سرنشین در ریز آب مسیر اعمال می کنند. نویسندگان به تازگی روش بر نامه ریزی مسیر که بر اساس روش نمونه گیری تصادفی ارائه کرده اند روش پیشنهادی آنها این است که احتمال زیادی برای پیدا کردن راه حل های برخورد در زمان کوتاه نشان داده شده است. به هر حال، به دلیل طبیعت تصادفی بودن آنها روش آنها ممکن است با راه حل های غیر عملی مواجه شوند به جای استفاده از یک رویکرد مبنی بر تصادف، تمرکز آنها بر روش تضمین بهیمنی و تلاش برای جدا سازی مشکل بر نامه ریزی مسیر با تحمیل شبکه های مربع مجازی قرار داده اند و سپس با استفاده از یک الگوریتم کوتاهترین مسیر یافت می شود. مانند سایر الگوریتم های دقیق، پیچیدگی یک الگوریتم محاسباتی با اندازه دامنه جستجو را افزایش می دهد. در {10} و {11} نویسندگان تلاش می کنند با استفاده از الگوریتم ژنتیک برای مقابله با مشکل بر نامه ریزی مسیر اقدام کنند. الگوریتم ژنتیک، محاسباتی کمتر از بر نامه ریزی خطی LP و بر نامه نویسی پویا دارد که باعث می شود مشکل بر نامه ریزی مسیر در مقیاس بزرگ را حل می کند در {12} عملکرد یک برنامه ریز مسیر که بیشتر بهبود یافته مبنی بر الگوریتم ژنتیک با مفهوم نخبه گرایی همراه است. در این مقاله، بایک الگوریتم ژنتیک با برنامه ریزی مسیر (UUV) الهام گرفته که بر اساس بر نامه نویسی پویا پیشنهاد شده است. با توجه به مزایای استفاده از الگوریتم های دقیق متا هیورستیک، بر نامه ریزی مسیر قادر است از مشکل بر نامه ریزی مسیر در مقیاس بزرگ دست زند. با این حال، بر نامه ریزی مسیر پیشنهادی، قادر به دستیابی به سرعت بالاتر و ارائه راه حل های با کیفیت بالاتر نسبت به همتایان الگوریتم متا هیورستیک مبنی بر آن است.

بقیه این مقاله به شرح زیر سازماندهی شده است. بخش 2- تعریف مشکل بهینه سازی ackled است. بخش 3- توصیف الگوریتم ژنتیک و پویا مبنی بر الگوریتم بر نامه ریزی مسیر پیشنهادی با بررسی مختصری از الگوریتم ژنتیک و پویا است که نتایج شبیه سازی نشان داده و توضیح داده شده است. بخش 4- الگوریتم بر نامه ریزی مسیر پیشنهادی در مقایسه با یک بر نامه ریز مسیر مبنی بر پویا و یک بر نامه ریز مسیر مبنی بر الگوریتم ژنتیک است. تجزیه و تحلیل بر روی عملکرد الگوریتم پیشنهادی در بخش 7 و نتیجه گیری در بخش 6 داده شده است.

دوم) فرمولاسیون مسئله

در این مقاله، یک مشکل بر نامه ریزی مسیر به عنوان پیدا کردن یک مسیر در زمین های محدود تعریف شده. مسیر منجر به اتصال خودسرانه نقطه شروع PS با نقطه پایان خودسرانه پلی اتیلن است، با توجه به یک کاربر تعریف تابع هزینه راه بهینه سازی می شود.

A- جدا سازی مشکل دامنه

بر نامه ریزی مسیر که در این مقاله در نظر گرفته شده از اکو صدا برای بدست آوردن اطلاعات برای نشانه گیری ناور هدف استفاده می کند. بنابراین، برنامه ریز مسیرومورد نیاز برای کاهش پیچیدگی محاسباتی است مشکل بر نامه ریزی مسیر یک نقشه 6 ضلعی که بر روی هواپیما X-Y از هر مدل چشم انداز برای جداسازی فضای خالی پیوسته پیش بینی شده است این مراکز از 6 ضلعی ها به عنوان اشاره گر p تعریف می شوند. به جز موارد مرزی، بر نامه ریزی مسیر قرارداده شده در یک نقطه خاص راه مجازی است برای حرکت به هر یک از 6 نقطه راه مجاور به آن است. هر نقطه راه با یک عدد صحیح منحصر به فرد به عنوان شناسایی قرار گرفتند. بنابراین، دنباله ای از مسیر اتصال دو نقطه دلخواه را می توان با زنجیره ای از اعداد صحیح نشان داده شده است.

B- ساخت مدار صاف با استفاده از منحنی بی-اسپالین

در پایان یک فرایند مسیر بر نامه ریزی، دنباله بهینه ای از نقاط راه خواهیم داشت و سپس به عنوان کنترل نقاط به ساخت یک مسیر صاف با استفاده از منحنی های نوار باریک (B) مورد استفاده قرار می گیرند. ایده ی منحنی نوار باریک (B) توسط شوئنبرگ در سال 1940 بوده است. منحنی نوار باریک (B) تکه ای چند جمله ای که شامل تعدادی از بخش های چند جمله ای است. بر خلاف منحنی (DUBINS14) که با مشکلات قطع در اتصالات موجود است ماهیت تداوم منحنی نوار باریک (B) باعث می شود که نماینده ای مناسب از مدار هواپیما (WATER CRAF) درست شود. منحنی نوار باریک (B) را می توان با استفاده از الگوریتم روستایی ساخته شود. اطلاعات بیشتر در مورد ساخت یک منحنی نوار باریک (B) را می توان در مطالعه ی مطالب نوار باریک بدست آمده است. در واقع مسیر مکان یک نوار باریک از نقاط کنترل آن کنترل می شود.

C- سناریوی مورد مطالعه

مدلسازی سناریو های مختلف زیر آب، دومدل چشم انداز بستر در این مقاله در نظر گرفته می شود. مدل های چشم انداز مورد مطالعه تقلید مدل های 3-D از مناظر بستر پر از تپه است که با یکدیگر در گیرند.

مدل (1)

$$\text{model1: } z(x, y) = (\sin((y + 0.5) + 1.3\cos(x) - 0.3\sin(3\sqrt{y^2 + x^2}) - \sin(y))^2)$$

مدل (2)

$$\text{model1: } z(x, y) = (\cos((y + 1.5) + 1.3\sin(x) - 1.3\sin(3\sqrt{y^2 + x^2}) - \sin(y))^2)$$

تصاویری از مدل های چشم انداز 1 و 2 در مدل 4-6 در شکل نشان داده شده است.

مدل چشم انداز 1- تقلید چشم انداز از تپه های زیادی با شکاف در بین کوه های زیر آب است.

هر دو (PS) و پلی اتیلن در سایت های با عمق بیشتر (در ابعاد Z کم) واقع شده است.

مدل شماره 1- نیاز به بر نامه ریزی مسیر به بادبان بستر و انتقال از طریق شکاف نزدیک است.

مدل چشم انداز 2- تقلید دامنه کوه در زیر آب است.

در این مدل، تفاوت در عمق بین (PS) و پلی اتیلن بسیار بزرگتر است. مدل 2- به بر نامه ریزی مسیر را به غواصی تند نیاز دارد.

D: محاسبه هزینه از یک دنباله ای از نقاط راه: هزینه یک دنباله ای از نقاط راه مجموع وزنی از 4 ارزش محدودیت ششم که در آن $I=1,2,3,4$ است و هزینه آن

$$C = \sum_{i=1}^4 w_i v_i \quad (3)$$

که در آن وزن (WI) از ارزشهای محدودیت هستند. در این مقاله، مشکل بهینه‌بازی که برای تولید یک دنباله از نقاط راه به منظور اتصال دو نقطه راه بطور خود سرانه است بطوری که کل هزینه ی دنباله ای از مسیر نقاط را به حداقل رسانده است. در برنامه ریزی مسیر مصرف سوخت منطقی متناسب با فاصله قایقرانی است بنابراین کوتاهترین مسیر در بهره وری سوخت همیشه مطلوب تر از یک مسیر دیگر است. محدودیت (V1) ارزشی برابر با فاصله نقاط جغرافیایی دارد.

برای یک دنباله نقطه (L-ENTER WAY) که $S=P1, P2, P3, \dots, PI$ است که $V1$ آن

$$v_1 = \sum_{i=1}^{l-1} \Delta D_{i,i+1} v_i \quad (4)$$

اینجا v_1 لیست فاصله نقاط بین نقاط در دنباله $I+1$ است با بالا رفتن و پایین آمدن مکرر در یک دوره قایقرانی است معمولاً برنامه ریزی مسیر (UUV) بهره وری سوخت را کاهش می دهد.

محدودیت (V2) ارزشی متناسب با جابه جایی عمودی انباشته از نقطه راه است. برای یک دنباله راه نقطه ی ورود $S=P1, P2, \dots, PI$ و $V2$ آن شامل

$$v_2 = \sum_{i=1}^{l-1} |Z(P_{i+1}) - Z(P_i)| \quad (5)$$

بطور کلی، برنامه ریزی مسیر قایقرانی بیش از حد نزدیک به سطح آب ممکن است خطر برنامه ریزی مسیر به بر خورد با سایر وسایل نقلیه اقیانوس افزایش یابد. همچنین ممکن است خطر برای بر نامه ریزی مسیر توسط قایق های ماهیگیری دستگیر و یا به دام بیفتد افزایش می یابد. محدودیت ارزش (V3) متناسب به ارتفاع عمودی از یک توالی و ترتیب نقطه راه انباشته شده است برای ورود نقطه را $s=p1, p2, \dots, pi$ و $v3$ آن

$$v_3 = \sum_{i=1}^l Z(P_i) \quad (6)$$

برای کاربردهای نظامی می توان محیط زیست را با سنسور دشمن مجهز کنیم. فرض کنید که یک سنسور می تواند تنها تشخیص هدف که یک خط دید مستقیم (los) بین هر دو طرف (به عنوان مثال هیچ مانعی دربین وجود ندارد) و دقت سنسور کاهش می یابد به عنوان فاصله بین دو طرف را افزایش می دهد. در نظر بگیرید. یک محیط با (k) دشمن سنسور های (ej)، که

در آن $j=1,2,\dots,k$ برای ورود L دنباله نقطه $s=[p1, p2, p3, \dots, pi]$ و $v4$ آن $v4$

$$v_4 = \sum_{i=1}^l R(P_i) \quad (7)$$

به عنوان عامل ایمنی از یک نقطه راه است که تعریف بیان شده به عنوان

$$R(P_i) = \begin{cases} \sum_{j=1}^k \frac{\alpha}{1 + d(P_i, E_j)} & \text{with direct los} \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (8)$$

اینجا α یک ثابت و $d(pi, ej)$ فاصله بین نقطه i ام در دنباله و سنسور دشمن j ام است. در این مقاله، α برابر با جدایی بین دو نقطه راه مجاور است.

3- برنامه ریزی مسیر پیشنهادی

به منظور تسهیل در توضیح برنامه ریزی مسیر پیشنهادی، مروری بر مفاهیم اولیه الگوریتم ژنتیک و برنامه نویسی پویا به شرح زیر داده شده است.

الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک در اوایل 1970 در هلند اختراع شده که فلسفه اصلی الگوریتم ژنتیک اصل داروینی است که از طبیعت الهام گرفته شده است. یک فردی که در محیط زیست خود بالاترین شانس را برای زنده ماندن و تولید فرزندان دارد فردیست که با محیط زیست خود سازگاری داشته باشد و از لحاظ جسمی سالم تر باشد با استفاده از تبادل کروموزم با افراد دیگر یک فرد می تواند فرزندی با تناسب اندام بهتری تولید کند و در نتیجه، توانایی خود را برای زنده ماندن افزایش بدهد. در یک برنامه ریزی مسیر مبنی بر الگوریتم ژنتیک اگر هر دنباله ای از نقاط راه به عنوان یک کروموزم کدگذاری شده و عملیات متقاطع فقط قابل اعمال می شود. اگر یک یا چند نقاط راه مشترک بین یک جفت از کروموزم ها وجود داشته باشد از آنجا که کروموزم ها بصورت تصادفی تولید شده است، احتمال یک عملیات متقاطع بسیار کم است و به ویژه هنگامی که تعداد کل نقاط راه بزرگ است. مشکل مذکور را میتوان با تبدیل مشکل بهینه سازی به شرح زیر کاهش داد. در هر نسل، یک مسیر برنامه ریزی تعدادی از نقاط به عنوان نقاط تقاطع، انتخاب می کند. این نقاط تقاطع، همراه با نقطه پایان، بصورت مجموعه ای از فرد نبودن نقطه متقاطع است که کاردینالیتی محدود دارد، (طبقه بندی محوری CPC)

دنباله ای از نقاط راه هستند و سپس بطور تصادفی تولید شده و برای اتصال هر جفت از نقاط راه درون این مجموعه است. بنابراین توسط یک دنباله از نقاط متقاطع اتصال نقطه شروع و نقطه پایان نشان داده شده است. با این تحول عملیات متقاطع می توانند بین هر جفت از کروموزم انجام شود. در پایان هر نسل، تنها نقاط تقاطع موجود که با اصل کروموزم می تواند به نسل بعدی زنده بماند. باقی مانده دور انداخته می شوند و با نقاط تقاطع جدید جایگزین شده است. توابع جدید از نقاط راه تولید می شوند و برای اتصال نقاط راه در مجموعه جدید بکار می رود. برای هر جفت از نقاط متقاطع جان سالم به در برده است، همان دنباله ای اولیه از نقاط راه توسط یک توالی جدید بین آنها خواهد شد اگر و تنها اگر اعداد تناسب اندام بالاتر (کاهش هزینه) از یکی از قدیمی ترین جایگزین شده است. در هر نسل، کروموزم با بالاترین تناسب اندام (کمترین هزینه) حفظ شده است. کروموزم حفظ شده به یاد می آورد که در صورتی که کیفیت بالای کروموزم از نسل های اخیر تخریب شده است این تکنیک بر اساس مفهوم نخبه گرایی که تضمین می کند که کروموزم از نسل فعلی با داشتن بالاترین تناسب اندام از کسانی که در نسل قبلی بوده اند باشد.

b- برنامه نویسی پویا dp

توسط بلمن در سال 1940 اختراع شد. برنامه نویسی پویا یک روش بهینه سازی است که در برنامه نویسی پویا مساله بصورت جز به کل حل می شود یعنی اول زیر مساله خرد حل شده و نتیجه آنها در مکانی ذخیره می شود و سپس به سمت زیر مساله کلی تر رفته و با استفاده از داده های از پیش محاسبه شده آنها نیز حل می شوند. برنامه ریزی مسیر پیشنهادی با الهام از الگوریتم ژنتیک آغاز می شود با تعداد k از نقاط متقاطع o_i که $i=1,2,\dots,k$ است.

نقاط تقاطع، همراه با شروع، ps و پایان دادن به نقاط پلی اتیلن، تشکیل یک مجموعه ای از طبقه بندی محوری (CPC) می دهد. دنباله ای از نقاط راه بطور تصادفی برای اتصال هر جفت از نقاط در داخل مجموعه تولید شده است. با توجه به تعاریف ارزش هزینه هر یک از بخش مسیر که در بخش d محاسبه می شود.

همه ی بخش های مسیر در یک ماتریس بخش مسیر ذخیره می شود، در حالی که ارزش هزینه متناظر با آنها در یک ماتریس هزینه ذخیره می شود.

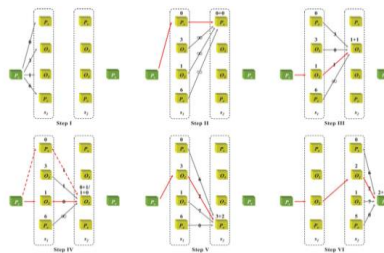
ماتریس بخش راه و ماتریس هزینه به ترتیب نشان داده شده در

(9) ماتریس بخش راه

$$\begin{bmatrix} s(p_s, p_s) & s(p_s, o_1) & \dots & s(p_s, p_e) \\ s(o_1, p_s) & s(o_1, o_1) & \dots & s(o_1, o_e) \\ s(p_e, p_s) & s(p_e, o_1) & \dots & s(p_e, p_e) \end{bmatrix}$$

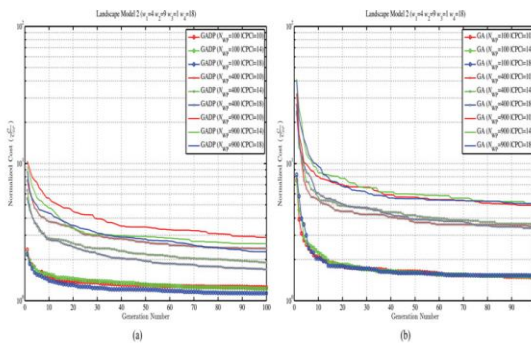
(10) ماتریس بخش هزینه

$$\begin{bmatrix} C(p_s, p_s) & C(p_s, o_1) & \dots & C(p_s, p_e) \\ C(o_1, p_s) & C(o_1, o_1) & \dots & C(o_1, o_e) \\ C(p_e, p_s) & C(p_e, o_1) & \dots & C(p_e, p_e) \end{bmatrix}$$



شکل 1) عملیات بر نامه نویسی پویا مثال 1

هزینه یک مسیر برنامه نویسی پویا - cdp بر اساس بر نامه ریزی نرمال توسط یک بر نامه ریزمسیر پویا مطلوب هستند، هزینه راه حل از یک مسیر cdp تواند به عنوان یک عامل عادی استفاده شوند نتایج شبیه سازی در شکل 2a,3b نشان داده شده است. برای بررسی مسئله ی مقیاس بندی، متوسط زمان محاسباتی در جدول 2 و 3 نشان داده شد تجزیه و تحلیل عملکرد V و بحث نتایج شبیه سازی را نشان می دهد. نتایج شبیه سازی نشان می دهد که بر نامه ریزی مسیر پیشنهادی همیشه می تواند نتایج بهتر (ارزش کمتری هزینه) از عم همتای مبنی بر الگوریتم ژنتیک را بدست آورد. نتایج بدست آمده برای هر دو مدل چشم انداز سازگار هستند. عملکرد هر دو برنامه ریزی مسیر ژنتیک و بر نامه نویسی پویا بر اساس الگوریتم ژنتیک است.



شکل 2a) هزینه بهترین توالی را در هر نسل از یک بر نامه ریزی مسیر مبنی بر ژنتیک و پویا. هزینه از یک مسیر پویا - cdp بر اساس بر نامه ریزی نرمال

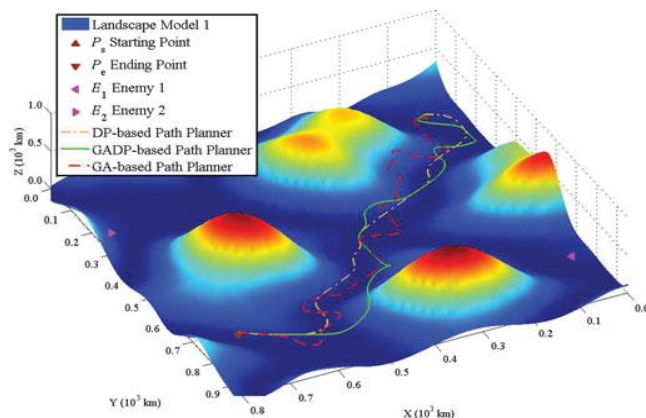
ب) هزینه بهترین توالی را در هر نسل از یک بر نامه ریزی مسیر مبنی بر الگوریتم ژنتیک. هزینه از یک مسیر پویا و بر نامه ریزی نرمال می باشد.

مشکل تخریب زمانی که اندازه از $domainnwp$ افزایش می یابد. با این حال، عملکرد بر نامه ریز مسیر پیشنهادی را می توان با افزایش تعداد نقاط متقاطع بهبود یافته است. طبقه بندی محوری cpc که در هر نسل در نظر گرفته شده است در حالی که اثر طبقه بندی محوری مبنی بر الگوریتم ژنتیک برنامه ریزی مسیر معنا دار نبوده می توانید با اپراتور مستقر در پویا متقاطع، بر نامه ریزی مسیر پیشنهادی همیشه بهترین ترکیب از نقاط متقاطع بر اساس بخش های مسیر داده شده بدست آورد. وقتی با توجه به زمان محاسباتی، بر اساس بر نامه ریزی مسیر پویا سریع ترین زمانی که nwp نسبتا کوچک است. با این حال، هنگامی که nwp را افزایش می دهد، nwp بصورت نمایی افزایش می یابد. بر نامه ریزی مسیر پویا همیشه راه حل های بهینه را فراهم آورده است. با این حال، پیچیدگی محاسباتی خود بر نامه های کاربردی خودشان را به مشکلات مسیر بر نامه ریزی در مقیاس کوچک محدود کرده اند. در مقابل، بر نامه ریزان مسیر مبنی بر پویا و ژنتیک مبنی بر محاسباتی فشرده که برای مشکلات مسیر بر نامه ریزی در مقیاس بزرگ مناسب تر هستند. زمان محاسباتی بر نامه ریز مسیر مبنی بر ژنتیک-پویا است. دلیل آن این است که بر نامه ریز مسیر بدون نیاز به انتخاب و اپراتور های جهش است. علاوه بر این به عنوان اپراتور متقاطع پویا همیشه می توانید ارائه راه حل های بهینه، مکانیسم های نخبه گرا حفظ برای عملیات متقاطع در بر نامه ریز مسیر پیشنهادی مورد نیاز نیست. برای بهبود توسط بر نامه ریز مسیر پیشنهادی، برخی از راه حل های انتخاب شده و ارائه شده در شکل 4-7 تحویل داده شده است.

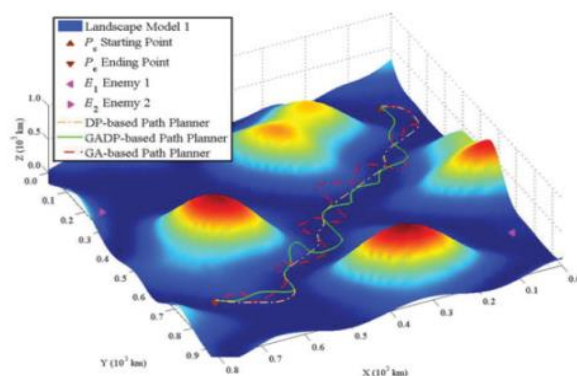
نمایش نتایج: راه حل از برنامه ریز مسیر پیشنهادی مبنی بر الگوریتم ژنتیک، در حال نزدیک شدن به راه حل مطلوب در هنگام طبقه بندی محوری افزایش یافته است نشان می دهد.

در مقایسه باره حل های مبنی بر ژنتیک- بر نامه ریز مسیر، راه حل های بر نامه ریز مسیر پیشنهادی نرم و صاف هستند. مسیر هایی که توسط ژنتیک- بر نامه ریز مبنی بر مسیر، تولید نسبتا پر از دست انداز (به عنوان مثال $v2$ بزرگ) به ویژه هنگامی که (طبقه بندی محوری cpc) کوچک است.

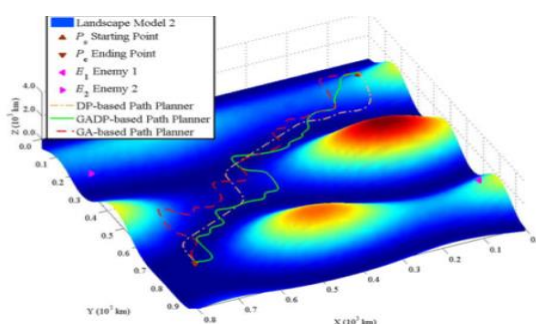
مدل چشم انداز 1- نیاز به بر نامه ریز مسیر به بادبان نزدیک به بستر و انتقال از طریق شکاف بین کوه های زیر آب دارد در شکل 3 و 4 می توان راه های تولید شده مبنی بر ژنتیک بر نامه ریز مسیر ارتفاعات های شیب دار در اطراف کوه را مشاهده کرد.



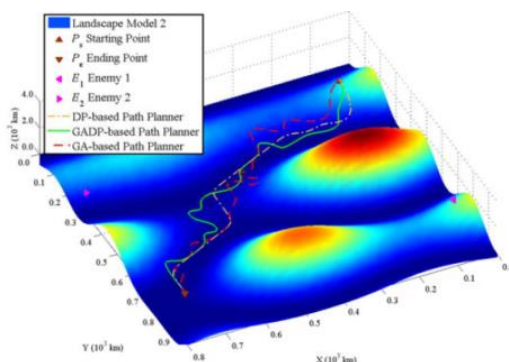
3) مسیر های تولید (نوار باریک b) از برنامه ریزان مسیر مختلف (مدل چشم انداز $nwp=400|cpc|=10$).



شکل 4) مسیرهای تولید (نوار باریک b) از بر نامه ریزان مسیر مختلف (مدل چشم انداز 2، $nwp=400$ $cpc=18$)



شکل 5) مسیر های (نوار باریک b) ایجاد مسیر بر نامه ریزی مختلف (مدل چشم انداز 2، $nwp=400$ $cpc=10$)



شکل 6) مسیر های (نوار باریک مدار b) ایجاد مسیر بر نامه ریزی مختلف ($nwp=400$ $cpc=18$)

قادر به انجام شیرجه عمیق اولیه از بر نامه ریزی مسیر پیشنهادی بدست آمده که توسط بر نامه ریزی مسیر مبنی بر الگوریتم ژنتیک است. با این حال، راه حل های بدست آمده توسط بر نامه ریزی مسیر کوتاهتر پیشنهادی و با چرخش نوک تیز کم تر است.

نتیجه گیری

در این مقاله مسیر بر نامه ریزی با الهام از یک الگوریتم ژنتیک که بر اساس بر نامه نویسی پویا پیشنهاد شده است. در بر نامه ریزی مسیر پیشنهادی اپراتور متقاطع تصادفی مبنی بر الگوریتم ژنتیک با یک اپراتور متقاطع قطعی که بر اساس بر نامه

نویسی پویا چایگزین شده است. با اپراتور متقاطع قطعی بر نامه ریزی مسیر پیشنهادی همیشه می تواند بهترین از نقاط تقاطع از بخش های مسیر در دسترس را ارائه می کنند. نتایج شبیه سازی نشان می دهد که بر نامه ریزی مسیر پیشنهادی خواستار محاسباتی کمتر از یک بر نامه ریزی مسیر پویا است. وقتی که در مقایسه با یک طرح مسیر اولیه ژنتیک عمومی، بر نامه ریزی مسیر پیشنهادی دارای سرعت بالاتر است.

منابع

- [1] A. R. Soltani, H. Tawfik, J. Y. Goulermas, and T. Fernando, "Path planning in construction sites: Performance evaluation of the Dijkstra, A, and GA search algorithms," *Adv. Eng. Informat.*, vol. 16, pp. 291–303, May 2002.
- [2] J. A. Carretero and M. A. Nahon, "Solving minimum distance problems with convex or concave bodies using combinatorial global optimization algorithms," *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. B*, vol. 35, no. 6, pp. 1144–1155, Dec. 2005.
- [3] J. L. D'iaz de Le'on, S. , and J. H. Sossa A., "Automatic path planning for a mobile robot among obstacles of arbitrary shape," *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. B*, vol. 28, no. 3, pp. 467–472, Jun. 1998.
- [4] N. Shahidi, H. Esmaeilzadeh, M. Abdollahi, and C. Lucas, "Memetic algorithm based path planning for a mobile robot," *Int. J. Inf. Technol.*, vol. 1, no. 3, pp. 100–103, 2005.
- [5] Z. Sun and J. H. Reif, "On robotic optimal path planning in polygonal regions with pseudo-euclidean metrics," *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. B*, vol. 37, no. 4, pp. 925–936, Aug. 2007.
- [6] K. P. Carroll, S. R. McClaran, E. L. Nelson, D. M. Barnett, D. K. Friesen, and G. N. William, "AUV path planning: An A* approach to path planning with consideration of variable vehicle speeds and multiple, overlapping, time-dependent exclusion zones," in *Proc. Symp. Auton. Underwater Veh. Technol.*, Washington, Jun. 1992, pp. 79–84.
- [7] H.-J. Wang, X.-Q. Bian, X. Zhang, M.-Y. Fu, and J. Li, "Two approaches for autonomous underwater vehicle global path planning in large range ocean environment," in *Proc. Int. Conf. Intell. Mechatron. Autom.*
- [8] T. Khelchandra and J. Huang, "A recursive sampling based method for path planning," in *Proc. IEEE Int. Conf. Syst., Man Cybern.*, pp. 2408–2412.
- [9] M. Kanehara, S. Kagami, J. J. Kuffner, S. Thompson, and H. Mizoguchi, "Path shortening and smoothing of grid-based path planning with consideration of obstacles," in *Proc. IEEE Int. Conf. Syst., Man Cybern.*, 2007, pp. 991–996.

- [10] J. Yuan, T. Yu, K. Wang, and X. Liu, "Step-spreading map knowledge based multi-objective genetic algorithm for robot-path planning," in *Proc. IEEE Int. Conf. Syst., Man Cybern.*, 2007, pp. 3402–3407.
- [11] M. Mansouri, M. A. Shoorehdeli, and M. Teshnehlab, "Path planning of mobile robot using integer ga with considering terrain conditions," in *Proc. IEEE Int. Conf. Syst., Man Cybern.*, 2008, pp. 208–213.
- [12] H.-C. Huang, C.-C. Tsai, and S.-C. Lin, "SoPC-based parallel elite genetic algorithm for global path planning of an autonomous omnidirectional mobile robot," in *Proc. IEEE Int. Conf. Syst., Man Cybern.*, 2009.
- [13] L. Stutters, H. Liu, C. Tiltman, and D. J. Brown, "Navigation technologies for autonomous underwater vehicles," *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. C*, vol. 38, no. 4, pp. 581–589, Jul. 2008.
- [14] X. C. Ding, A. R. Rahmani, and M. Egerstedt, "Multi-UAV convoy protection: An optimal approach to path planning and coordination," *IEEE Trans. Robot.*, vol. 26, no. 2, pp. 256–268, Apr. 2010.
- [15] K. Yang and S. Sukkarieh, "An analytical continuous-curvature pathsmoothing algorithm," *IEEE Trans. Robot.*, vol. 26, no. 3, pp. 1–8, Mar. 2010.
- [16] H. Späth, *One Dimensional Spline Interpolation Algorithms*, Natick MA: A. K. Peters, Ltd., 1995.
- [17] J. H. Holland, *Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis With Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence*. Cambridge, MA: MIT Press, Apr. 1992.