



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)
دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر

پروژه دوم درس هوش مصنوعی

الگوریتم A-Star

نگارش
محمدرضا دباغ

استاد درس
دکتر مهدی قطعی

استاد کارگاه
بهنام یوسفی مهر

مهرماه ۱۴۰۳

چکیده

در نوشتار پیش رو، در فصل دوم مقاله ای درباره یک نسخه بهبود یافته از الگوریتم A-Star برای مسیریابی وسایل نقلیه خودران در قالب چند پرسش اساسی مورد بررسی قرار میگیرد. نوآوری های این روش نسبت به روش A-Star سنتی مطرح میشود، سپس به توصیف روش های مبتنی بر راهنما، نقاط کلیدی و گام های متغیر پرداخته میشود.

در فصل سوم به مقایسه برخی الگوریتم های جست و جو شامل BFS, Greedy, A-Star, UCS در ماز تام و جری پرداخته میشود.

واژه های کلیدی

وسایل نقلیه خودران زمینی، A-Star، بهبود یافته، راهنما، نقاط کلیدی، گام های متغیر

چکیده.....	۲
فصل اول مقدمه	۳
فصل دوم الگوریتم بهبودیافته ی A-Star برای مسیریابی وسایل نقلیه خودران زمینی	۵
۱-۲- مفاهیم اصلی و نوآوری مقاله.....	۶
۲-۲- الگوریتم های بهبود الگوریتم سنتی.....	۸
۱-۲-۲- الگوریتم A-Star مبتنی بر راهنما.....	۸
۲-۲-۲- الگوریتم A-Star مبتنی بر نقاط کلیدی.....	۹
۳-۲-۲- الگوریتم A-Star مبتنی بر گامهای متغیر.....	۹
۴-۲-۲- مقایسه با الگوریتم سنتی A-star.....	۱۰
فصل سوم الگوریتم های جست و جو در ماز تام و جری.....	۱۲
فصل چهارم نتیجه گیری	۱۴
منابع و مراجع.....	۱۶

فصل اول

مقدمه

مقدمه

برای برنامه‌ریزی مسیر وسایل نقلیه خودران زمینی ارائه A-Star در این مقاله، یک الگوریتم بهبودیافته شده است. با هدف رفع مشکلات فوق، چندین بهبود در این مقاله معرفی شده است که در فصل دوم به آن می‌پردازیم.

* ارائه یک استاندارد ارزیابی جهانی برای اندازه‌گیری عملکرد الگوریتم‌های مختلف جستجوی گراف و استفاده از پارامترهای مناسب.

* برای رفع مشکلات الگوریتم سنتی روش مبتنی بر راهنما معرفی میشود.

* برای بهبود کیفیت برنامه‌ریزی در هنگام اجتناب موانع از نقاط کلیدی استفاده خواهد شد.

* با استفاده از نقاط کلیدی زمان محاسبات کاهش خواهد یافت.

نتایج تجربی نشان می‌دهند که الگوریتم ارائه‌شده در مقاله مدنظر معتبر و قابل اعتماد است.

در فصل سوم به مقایسه برخی الگوریتم‌های جست و جو شامل BFS, Greedy, A-Star, UCS

درماز تام و جری پرداخته میشود.

فصل دوم

الگوریتم بهبودیافته ی A-Star برای مسیریابی وسایل نقلیه خودران زمینی

۱-۲- مفاهیم اصلی و نوآوری مقاله

الگوریتم A-Star یک روش شناخته شده برای برنامه ریزی مسیر است که به طور گسترده در کاربردهای رباتیک و وسایل نقلیه خودران مورد استفاده قرار می گیرد. این الگوریتم از یک تابع ابتکاری برای تسریع فرآیند جستجو در فضای حالت استفاده می کند. با این حال، این مقاله به محدودیت های الگوریتم A-Star کلاسیک اشاره می کند، به ویژه در شرایطی که لبه های جاده به درستی شناسایی نمی شوند.

مقاله شامل چهار نوآوری اصلی است که به بهبود عملکرد الگوریتم A-Star می پردازند:

الف. معرفی استاندارد ارزیابی

مقاله یک استاندارد ارزیابی عمومی برای اندازه گیری عملکرد انواع مختلف الگوریتم های برنامه ریزی مسیر معرفی می کند. این استاندارد به انتخاب مناسب ترین پارامترها برای الگوریتم ها کمک می کند. این ارزیابی شامل مقایسه ی زمان طی شده و کارایی الگوریتم ها در سناریوهای مختلف است.

ب. الگوریتم A-Star مبتنی بر راهنما

این الگوریتم با استفاده از راهنما (که می تواند توسط یک انسان یا یک برنامه ریز ایجاد شود) تابع ابتکاری را به کار می گیرد. این راهنما به منظور هدایت الگوریتم به سمت هدف استفاده می شود و قصد راننده را در فرآیند جستجو لحاظ می کند.

تابع ابتکاری جدید با ترکیب فاصله بین نقطه فعلی و راهنما (H^1) و فاصله بین نقطه ی نزدیک ترین نقطه بر روی راهنما و هدف (H^2) طراحی شده است. این ترکیب به تسهیل تصمیم گیری بهتر در شرایط چالشی کمک می کند.

ج. الگوریتم A-Star مبتنی بر نقاط کلیدی

در این بخش، الگوریتم از نقاط کلیدی اطراف موانع استفاده می‌کند تا مسیر برنامه‌ریزی شده را طوری هدایت کند که از موانع دور شود. این نقاط کلیدی به الگوریتم این امکان را می‌دهند که زودتر از الگوریتم‌های سنتی از موانع اجتناب کند.

د. الگوریتم A-Star با گام متغیر

این الگوریتم از گام‌های متغیر برای جستجوی مسیر استفاده می‌کند. در این الگوریتم، طول گام به توزیع موانع بستگی دارد؛ در نواحی باز، طول گام بزرگ‌تر و در نزدیکی موانع، طول گام کوچک‌تر است. این امر به افزایش کارایی محاسباتی و کاهش تعداد نقاط گسترش یافته کمک می‌کند.

نتایج تجربی

نتایج تجربی این مقاله نشان می‌دهند که الگوریتم‌های پیشنهادی A-Star مبتنی بر راهنما، A-Star مبتنی بر نقاط کلیدی، و A-Star با گام متغیر نسبت به الگوریتم‌های کلاسیک عملکرد بهتری دارند. این الگوریتم‌ها به‌ویژه در شرایطی که لبه‌های جاده به‌درستی شناسایی نمی‌شوند، به خوبی عمل کرده و قابلیت اطمینان بالایی دارند.

الگوریتم های بهبود الگوریتم سنتی

الگوریتم A-Star مبتنی بر راهنما

این الگوریتم به منظور بهبود عملکرد الگوریتم A-Star کلاسیک در شرایطی طراحی شده است که لبه های جاده به درستی شناسایی نمی شوند، به ویژه هنگام چرخش و در تقاطع ها.

• هدف اصلی برطرف کردن ضعف های الگوریتم A-Star سنتی در مسائلی که مسیر دارای پیچ و خم های زیادی است یا زمانی که وسیله نقلیه نیاز به پیروی از یک مسیر تعیین شده توسط انسان دارد.

در این الگوریتم، یک راهنما یا مسیریابی اولیه که توسط انسان تولید شده، به عنوان یک مرجع در فرآیند جستجو به کار میرود. راهنما در طول فرآیند جستجو مورد استفاده قرار میگیرد تا تابع هیورستیک را توسعه دهد و هدف و قصد راننده را در حرکت وسیله نقلیه منعکس کند

تابع هیورستیک به کار برده شده به صورت زیر است.

$$F(i) = G(i) + H1(i) \times \alpha1 + H2(i) \times \alpha2$$

این رویکرد به الگوریتم اجازه میدهد تا به مسیر راهنما نزدیکتر باشد و از مسیر بهتری در سناریوهایی با پیچ های متعدد پیروی کند، برخلاف A-Star سنتی که در این شرایط ممکن است مسیرهای نامناسبی را انتخاب کند.

الگوریتم A-Star مبتنی بر نقاط کلیدی

این الگوریتم به منظور بهبود توانایی جلوگیری از برخورد با موانع در مسیرهای برنامه‌ریزی شده طراحی شده است. در این الگوریتم، نقاط کلیدی در اطراف موانع شناسایی می‌شوند. این نقاط به عنوان نقاطی عمل می‌کنند که در صورت وجود مانع در مسیر راهنما، به عنوان نقاط جدید برای هدایت مسیر انتخاب می‌شوند.

از نظر عملکرد میتوان موارد زیر را مطرح کرد:

از نظر شناسایی موانع الگوریتم بررسی می‌کند که آیا راهنما به مانع نزدیک است یا خیر.

از منظر یافتن نقاط کلیدی اگر راهنما به مانع برخورد کند، نقاط کلیدی (دو طرف مانع) شناسایی می‌شوند. با استفاده از این نقاط کلیدی، مسیرهای جدید به سمت هدف تولید می‌شوند که از موانع دور هستند.

در مورد محاسبه هزینه، زمان هزینه برای هر یک از این مسیرها محاسبه می‌شود و بهترین مسیر انتخاب می‌شود. همچنین با توجه به نقاط کلیدی، احتمال برخورد با موانع به حداقل می‌رسد.

الگوریتم A-Star مبتنی بر گامهای متغیر

ویژگی های اساسی این الگوریتم به صورت زیر است:

طول گام جستجو بر اساس توزیع موانع تنظیم می‌شود. در نواحی باز طول گام بزرگ‌تر و در نزدیکی موانع کوچک‌تر است. همچنین استفاده از گام‌های متغیر، می‌تواند سریع‌تر و کارآمدتر عمل کند.

این الگوریتم بهینه‌ترین مسیر را بر اساس وضعیت محیط انتخاب می‌کند. از طرفی در محیط‌های پیچیده با موانع، به طور مؤثری عمل می‌کند و زمان جستجو را کاهش می‌دهد. یکی از مزیت‌های دیگر این الگوریتم این است که به دلیل گام‌های متغیر، تعداد نقاط گسترش یافته کاهش یافته و کارایی بهبود می‌یابد.

مقایسه با الگوریتم سنتی A-Star

در مواجهه با موانع، الگوریتم سنتی تنها پس از رسیدن به مانع به تغییر مسیر اقدام میکند. این امر منجر به انتخاب مسیرهای غیر بهینه میشود و باعث افزایش زمان محاسبه و طول مسیر میگردد. همچنین در جاده هایی با پیچهای تند، الگوریتم سنتی اغلب نمیتواند مسیر مناسبی را برنامه ریزی کند. با استفاده از الگوریتم A-Star مبتنی بر نقاط کلیدی، مسیرهای بهتری انتخاب میشوند، زیرا این الگوریتم میتواند زودتر موانع را تشخیص داده و مسیر مناسبتری را از آنها عبور دهد. این امر منجر به بهبود عملکرد در اجتناب از موانع میشود و باعث میشود مسیرهای تولیدشده توسط الگوریتم بهینه تر و کوتاهتر باشند.

الگوریتم A-Star سنتی تنها به تابع هیورستیک $F = G + H$ وابسته است که در آن G هزینه مسیر طی شده و H فاصله تا هدف است. این تابع برای تمامی سناریوها ثابت است و نمیتواند به طور مؤثری اطلاعاتی مانند پیچها یا جادههای غیرمستقیم را در نظر بگیرد.

الگوریتم مبتنی بر راهنما از یک راهنمای تعیین شده توسط انسان یا برنامه ریزی جهانی استفاده میکند که به عنوان تابع هیورستیک به کار میرود. این راهنما مسیر مناسب را به الگوریتم نشان میدهد و کمک میکند تا تصمیمات هوشمندانهتری گرفته شود. این ویژگی باعث میشود که الگوریتم در شرایط پیچیده مانند پیچهای تند یا جادههای پرپیچ و خم عملکرد بهتری داشته باشد. در خصوص بهبود عملکرد محاسباتی با استفاده از گامهای متغیر الگوریتم A-Star سنتی با استفاده از گامهای ثابت عمل میکند، به این معنا که در تمام شرایط، الگوریتم همان اندازه گام را برای حرکت انتخاب میکند. این امر منجر به افزایش تعداد محاسبات، به ویژه در فضاهای باز میشود.

در الگوریتم مبتنی بر گامهای متغیر، با تنظیم اندازه گامها بر اساس توزیع موانع، این الگوریتم میتواند گامهای بزرگتر در مناطق باز و گامهای کوچکتر در نزدیکی موانع انتخاب کند. این بهینه سازی باعث کاهش زمان محاسبات و بهبود سرعت اجرای الگوریتم میشود.

در آزمایشهایی که برای مقایسه عملکرد الگوریتمها انجام شده، الگوریتمهای بهبود یافته نسبت به الگوریتم A-Star سنتی نتایج بهتری نشان داده اند. به ویژه در مسیرهای پیچیده، الگوریتم مبتنی بر راهنما توانست مسیرهای بهینه تر و کوتاهتری ارائه دهد.

تعداد نقاط گسترش یافته توسط الگوریتم بهبود یافته به میزان قابل توجهی کمتر از الگوریتم سنتی بود، که نشان دهنده کاهش زمان محاسباتی است.

فصل سوم

الگوریتم های جست و جو در ماز تام و جری

مقایسه الگوریتم ها در ماز تام و جری

-	Computing time	Expanded nodes	Depth
BFS	0.37	1595	63
DFS	0.06	255	85
UCS	0.37	1594	63
Greedy	0.06	212	76
A*	1.89	6790	62

در مورد تعداد گره های بررسی شده الگوریتمهای حریصانه و A* به دلیل استفاده از هیوریستیک، تعداد کمتری از گرهها را پردازش میکنند.

BFS و UCS تضمین میکنند که کوتاهترین مسیر را پیدا کنند، اما ممکن است زمان اجرای بیشتری نسبت به الگوریتمهای حریصانه و A* داشته باشند، که در برخی شرایط سریع تر اند.

از نظر عمق جست و جو الگوریتمهای UCS و A* ممکن است به عمقهای بیشتری نسبت به BFS و جستجوی حریصانه برسند، اما در عین حال از مسیرهای بهینه پیروی میکنند.

فصل چهارم

نتیجه گیری

نتیجه گیری

موارد مطرح شده در فصل اول نشان میدهد این سه الگوریتم به طور واضح محدودیت‌های الگوریتم-A-Star کلاسیک را برطرف می‌کنند و توانایی‌های بهتری برای برنامه‌ریزی مسیر در شرایط پیچیده و واقعی ارائه می‌دهند. الگوریتم‌های پیشنهادی به وضوح عملکرد بهتری در شرایط مختلف از جمله تقاطع‌ها، جاده‌های منحنی و مناطق با موانع دارند و به طور کلی، تجربه بهتری را برای وسایل نقلیه خودران فراهم می‌کنند.

در نهایت، نتایج ارائه شده نشان میدهد که نوآوری‌های مطرح شده در این مقاله میتوانند راهکارهای عملی بهتری برای مسائل مسیریابی فراهم کنند و به عنوان پایه‌ای برای تحقیقات آینده در این حوزه به کار روند.

در فصل دوم هم مزایا و معایب الگوریتم‌های معرفی شده نشان میدهد در هر جست و جو بهتر است از چه جست و جویی استفاده کرد.

منابع و مراجع

[١] Stuart Russell, Peter Norvig, "Artificial Intelligence: A Modern Approach," ٤th Edition, Pearson, ٢٠٢٠.

[٢] <https://www.geeksforgeeks.org>