بهبود رفتار ربات در یک بازی بلادرنگ استراتژیک با استفاده از روش گرگ خاکستری

پرهام زیلوچیان مقدم ، فرید لطفعلی

دانشگاه کاشان

دپارتمان مهندسی برق و کامپیوتر

ایمیل : [p.zilouchian@gmail.com](mailto:p.zilouchian@gmail.com)

[Farid9lotfali@gmail.com](mailto:Farid9lotfali@gmail.com)

چکیده – در این مقاله ما قصد داریم تا قدرت و نتایج استفاده از روش گرگ خاکستری که به طور خاص برای چنین بازی‌هایی طراحی شده است را بسنجیم (که حالا در این بازی‌ها به آن‌ها ربات نیز میگویند.) ما به طور خاص قصد داریم بررسی خود را روی بازی Planet Wars که یک بازی است که برای رقابت هوش مصنوعی گوگل در سال 2010 انتخاب شد که این بازی نیاز دارد به یک بازیکن مصنوعی که قادر است تا با چندین هدف تعامل داشته باشد ، وقتی که قرار است به یک درجه‌ای خاص از سازگاری برسد برای این که حریفان متفاوتی را در سناریوها متفاوتی شکست دهند. موتور تصمیم این ربات براساس مجموعه‌ای از قوانین که براساس یادگیری تجربی به دست میآید تعریف میشود. الگوریتم‌های تکاملی (Evolutionary Algorithms) برای تنظیم مجموعه‌ای از مقادیر ثابت ، وزن‌ها واحتمالات که قوانین را تعریف میکنند استفاده میشود و بنابراین عملکرد عمومی ربات را تعریف میکنند. الگوریتم گرگ خاکستری یک روش متا هیوریستیک است که برگرفته از سلسله مراتب درون زندگی گرگ‌های خاکستری و نحوه شکار کردن آن‌ها در طبیعت است. به طور کلی گرگ‌های خاکستری را در چهار دسته به نام‌های آلفا ، بتا ، دلتا و امگا دسته‌بندی میکنند و از این دسته‌بندی برای بیان نحوه سلسله مراتب گرگ‌های خاکستری استفاده میکنیم. و علاوه بر این موارد سه مرحله شکار، شامل جستجو برای شکار ، محاصره طعمه و حمله به طعمه نیز در این روش به کار گرفته میشود. الگوریتم گرگ خاکستری به وسیله 29 تابع تست معروف مورد آزمون و بنچ مارک قرار گرفته و نتایج آن به وسیله یادگیری مقایسه‌ای و الگوریتم بهبود ذره ذره‌ای (PSO)، الگوریتم جستجوی گرانشی (GSA)، تکامل دیفرانسیل (DE)، برنامه نویسی تکاملی (EP)و استراتژی تکاملی مورد تایید قرار گرفته‌اند. و تمامی این نتایج نشان‌داده اند که الگوریتم گرگ خاکستری در مقایسه با سایر روش‌های متا-هیوریستیک میتواند نتایج بسیار قابل رقابتی را ارائه کند.

# معرفی

روش‌های متا-هیوریستیک در طول دو دهه گذشته بسیار محبوب شده‌اند و بعضی از این روش‌ها مانند الگوریتم ژنتیک (GA) ، الگوریتم بهینه سازی کلونی مورچگان (ACO) و الگوریتم بهینه‌سازی ذرات بسیار محبوب شده‌اند و نه فقط در بین دانشمندان علوم کامپیوتر بلکه در میان سایز فیلدها نیز محبوب شده‌اند. به خاطر کارهای علمی زیادی که در این زمینه انجام شده است، این روش‌های بهینه سازی در فیلدهای گوناگون تحصیلی اضافه شده‌اند. یک سوالی که در اینجا پیش می‌آید این است که چرا روش‌های متا-هیورستیک تا این حد معمول شده‌اند. و پاسخ به این سوال میتواند در چهار دلیل اصلی خلاصه شود که عبارت‌اند از : راحتی ، قابلیت انعطاف ، مکانیزم غیرقابل مشتق سازی آن‌ها و همین طور جلوگیری از گیر افتادن در بهینه‌های محلی.

اول از همه که روش‌های متا-هیوریستیک بسیار آسان هستند. و آن‌ها عموما از مفاهیم بسیار ساده‌ای الهام گرفته‌اند. آن‌ها عموما از مربوط میشوند به پدیده‌های فیزیکی ، رفتار حیوانات یا مفاهیم تکاملی. سادگی اجازه میدهد به دانشمندان کامپیوتری تا مفاهیم مختلف طبیعی را شبیه سازی کنند ، هدف برخی از متا-هیوریستیک‌های جدید ، ترکیب کردن دو یا چند متاهیوریستیک بایکدیگر یا این که بهبود متا-هیوریستیک‌های موجود است. علاوه‌براین ، سادگی به سایر دانشمندان کمک میکند تا متا-هیوریستیک‌ها را به سادگی یاد بگیرند و آن‌ها را در مسائل خود به کار بگیرند.

دوم، قابلیت انعطاف است که به کاربرد متا-هیوریستیک‌ها در مسائل مختلف بدون نیاز به تغییرات خاصی در ساختار الگوریتم مربوط میشود. متا-هیوریستیک‌ها به راحتی قابل اضافه کردن به مسائل مختلف هستند، چون که این‌ها مسائل را عموما به عنوان جعبه‌های سیاه در نظر میگیرند. به بیان دیگر ، فقط ورودی‌ها و خروجی‌های یک سیستم برای مسائل متا-هیوریستیک مهم هستند. بنابراین ، تمام چیزی که یک طراح نیاز دارد این که بداند که چگونه مسئله‌اش را برای متا-هیوریستیک بیان کند.

سوم ، اکثریت متا-هیوریستیک‌ها از اشتقاق عاری هستند. در تضاد با روش‌های بهینه سازی براساس شیب ، مسئله‌های بهینه سازی تصادفی متا-هیوریستیک قرار دارند. فرآیند بهبود با یک راه حل تصادفی آغاز میشود و نیازی به محاسبه مشتق فضای کاری برای پیدا کردن بهینه وجود ندارد. این موضوع باعث میشود تا متا-هیوریستیک‌ها برای مسائل واقعی با اطلاعات هزینه دار و یا اشتقاقی بسیار مناسب باشند.

در نهایت، متا-هیوریستیک‌ها توانایی‌های برتری برای مقابله با بهینه‌های محلی در مقایسه با روش‌های مرسوم دارند. این موضوع به خاطر طبیعت تصادفی بودن متا-هیوریستیک‌ها است که اجازه میدهد به آن‌ها تا از ایستایی در راه حل‌های محلی جلوگیری کند و تمام فضای جستجو را به صورت گسترده بگردد. فضای جستجوی مسائل واقعی عمدتا مشخص نیست و بسیار پیچیده است با تعداد زیادی از مینیمم‌های محلی بنابراین متا-هیوریستیک‌ها گزینه‌های خوبی با تعداد زیادی مینیمم محلی هستند بنابراین متا-هیوریستیک‌ها گزینه‌های خوبی برای بهبود چالش این مسائل واقعی هستند.

به صورت کلی متا-هیوریستیک‌ها به دو دسته کلی تقسیم میشوند : براساس یک راه حل و مبتنی بر جمعیت.

در روش مبتنی بر راه‌حل ، فرآیند جستجو با یک راه‌حل کاندید شروع میشود. و آن تک راه‌حل در هر مرحله بهبود میابد. اما روش‌های مبتنی بر جمعیت بهبود را در براساس یک مجموعه‌ای از جواب‌ها (جمعیت) اعمال میکنند. در این حالت فرآیند جستجو با یک جمعیت اولیه داده شده شروع میشود (چندین راه‌حل) و این جمعیت در هر تکرار بهبود میابد. متا-هیوریستیک‌های مبتنی بر جمعیت یک سری مزیت‌ها در مقایسه با الگوریتم‌های تک راه حلی دارند:

* روش چند راه‌حلی اطلاعات را درباره فضای جستجو به اشتراک میگذارد که باعث پرش‌های ناگهانی به سمت قسمت‌های امیدارکننده فضای جستجو بشود.
* روش‌ راه‌حلی به یکدیگر کمک میکنند تا از گیر افتادن در مینیمم‌های محلی راه حل‌ها جلوگیری شود.
* متا-هیوریستیک‌های مبتنی بر جمعیت به صورت عمومی حالت اکتشافی بیشتری در مقایسه با روش‌های تک راه‌حلی دارد.

یکی از شاخه‌های جالب متا-هیوریستیک‌های مبتنی بر جمعیت هوشمندی ازدحامی است (SI).

بدون در نظر گرفتن تفاوت بین متا-هیوریستیک‌ها، یک ویژگی مشترکی که دارند، تقسیم‌بندی فرآیندهای جستجو به دو فاز است : اکتشاف و بهره‌برداری. فاز اکتشاف مربوط میشود به فرآیند تحقیق و بررسی ناحیه نوید بخش از فضای جستجو تا جایی که ممکن است. یک الگوریتم نیاز دارد که متغیرهای شانسی داشته باشد تا به صورت تصادفی و عمومی فضای جستجو را جستجو کنند تا به این مرحله کمک کند. هرچند که بهره‌برداری به توانایی جستجوی محلی اطراف مناطق امیددهنده به‌دست آمده فاز اکتشاف اشاره دارد. پیدا کردن یک تعادل مناسب بین دو فاز به خاطر ماهیت تصادفی بودن متا-هیوریستیک‌ها یک کار چالش برانگیز است.

# Grey Wolf Optimizer (GWO)

در این بخش در ابتدا الهام بخشی روش گرگ خاکستری مطرح میشود. و سپس مدل ریاضی آن بیان میشود.

## الهام بخشی

گرگ خاکستری به خانواده سگ سانان تعلق دارد. گرگ‌های خاکستری از بهترین شکارچیان به حساب می‌آیند. به این معنی است که آن‌ها در راس هرم غذایی هستند. گرگ‌های خاکستری بیشتر ترجیح میدهند تا به صورت گروهی زندگی کنند. و سایز گروه آن‌ها به طور متوسط بین 5 تا 12 است. به عنوان یک مثال گرگ‌های خاکستری یک سلسله مراتب بسیار سخت‌گیرانه‌ مبتنی بر برتری دارند که در شکل1 نشان داده شده است. رهبران گروه نرها و یا ماده‌هایی هستند که آلفا نامیده میشوند. آلفاها عموما مسئول هستند تا در مورد شکار، مکان خواب، زمان بیدار شدن و ... تصمیم گیری کنند. و تصمیمات آلفاها به اعضای گروه دیکته میشود. هرند که بعضی رفتارهای دموکراتیک نیز مشاهده میشود که در آنها آلفاها سایر گرگ‌های دسته را دنبال میکنند.