هوالحکیم

دانشگاه تهران
دانشکدگان فارابی
دانشکده‌ی مهندسی

هوش مصنوعی
نیمسال اول ۰۲-۱۴۰۱
http://courses.fouladi.ir/ai

تکلیف کامپیوتری شماره‌ی ۱

فصل دوم

عامل‌های هوشمند

Intelligent Agents

برنامه‌های خواسته شده در تمرین‌های زیر را در زبان Python پیاده‌سازی کنید و تمام فایل‌ها و گزارش مربوطه را در قالب یک فایل zip در محل مشخص شده در سایت درس آپلود کنید.

۱) پیاده‌سازی عامل جاروبرقی در یک دنیای ۱۰ × ۱۰

یک جاروبرقی هوشمند را در نظر بگیرید که در محیط خود که یک دنیای ماتریسی ۱۰ × ۱۰ است، در حال کار است و توانایی انجام کنش‌های زیر را دارد:

- می‌تواند به چپ (Left)، راست (Right)، بالا (Up) یا پایین (Down) حرکت کند.
- می‌تواند هیچ حرکتی نکند (Nop).
- می‌تواند کنش مکش (Suck) را انجام دهد.

برای آشنایی بیشتر با دنیای جاروبرقی به فصل ۲ کتاب درس (AIMA4e) مراجعه فرمایید.

محیط‌های مورد نظر در فایل پیوست با نام map#.txt موجود است. به‌عنوان مثال تصویر زیر یک نمونه از محیط جاروبرقی است:

```
1 1 1 1 1 0 0 1 0 1
0 0 1 0 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 0 1 1 1
0 0 1 0 1 1 1 1 0 1
1 1 1 1 1 0 0 1 0 1
0 0 1 0 1 0 1 1 1 1
1 1 1 1 0 1 0 1 1 1
0 0 1 0 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 0 0 1 0 1
1 0 1 0 1 1 1 1 0 1
```

که در آن 1 به معنای تمیز و 0 به معنای کثیف است. حالت هدف حالتی است که تمام خانه‌ها 1 باشند.

(الف) فرض کنید حسگرهای عامل، بردار ادراکی $[i, j, D]$ را برمی‌گردانند که در آن دو عنصر اول اندیس‌های سطر و ستون مکان عامل و عنصر سوم وضعیت دودویی تمیز یا کثیف بودن مکان عامل را نشان می‌دهد. عاملی طراحی کنید که بر اساس این اطلاعات حسگری در محیط کار کند (تابع و برنامه‌ی عامل را ارائه بدهید).

(ب) فرض کنید حسگرهای عامل، علاوه بر اطلاعات بردار ادراکی فوق، تمیز یا کثیف بودن همسایه‌های افقی و عمودی مکان عامل را نیز ارائه دهند. عاملی طراحی کنید که بر اساس این اطلاعات حسگری در محیط کار کند (تابع و برنامه‌ی عامل را ارائه بدهید).

(ج) فرض کنید حسگرهای عامل، علاوه بر مکان عامل، تمیز یا کثیف بودن کل محیط را در هر لحظه به طور کامل به عامل ارائه دهند. عاملی طراحی کنید که بر اساس این اطلاعات حسگری در محیط کار کند (تابع و برنامه‌ی عامل را ارائه بدهید).

* توجه کنید که برای هر یک از محیط‌های ارائه شده، دنباله کنش‌ها باید در خروجی چاپ شود. مکان آغازین عامل را سطر و ستون اول در نظر بگیرید.

(د) [امتیاز اضافی] محیط در قسمت‌های قبلی این تمرین قطعی است. حالتی را در نظر بگیرید که یک گربه در اتاق وجود دارد و در هرگام زمانی هر مربع ۱۰٪ شانس کثیف شدن توسط این گربه را دارد. در ضمن هر حرکت به اطراف یک واحد انرژی و عمل مکش ۲ واحد انرژی مصرف می‌کند. عامل باید قبل از اتمام انرژی به محل شارژ خود بازگردد. مسلماً حالتی که انرژی عامل تمام شود و در خانه‌ی شارژ نباشد حالت شکست (failure) است چرا که نیاز به دخالت یک انسان برای جابجایی وجود دارد. ابتدا یک معیار کارآیی برای این ارزیابی این عامل در محیط ارایه دهید. معیار شما باید تمام ویژگی‌هایی که در درس مطرح شده است را دارا باشد. سپس اطلاعات این تابع را بر حسب زمان در یک فایل Excel ذخیره کنید و سپس با استفاده از فایل نمودار تغییر معیار کارآیی در طول زمان را رسم کنید. برای پیاده‌سازی قطعه کدهایی در اختیار شما قرار خواهد گرفت که با کمک آنها پیاده‌سازی را انجام دهید.

۲) پیاده‌سازی عامل کشاورز هوشمند

یک ربات کشاورز را در نظر بگیرید که در یک مزرعه مشغول کار است (مشابه دنیای جاروبرقی که در درس مطرح شد). این ربات توانایی انجام چهار کار را دارد:

- حرکت به اطراف مزرعه
- حس کردن خواص محیط
- آب دادن به محصولات
- جدا کردن علف‌های هرز

محیط به مربع‌هایی تقسیم شده است. ممکن است هر مربع نیاز به آب‌رسانی یا جدا کردن علف‌های هرز داشته باشد. مکان‌ها با استفاده از موقعیت مربع‌ها مشخص می‌شوند (حتی اگر همه مربع‌ها قابل دسترسی نباشند). ربات باید تمام مربع‌های شامل علف هرز را پاک کند و به هر محیط کم‌آب آب‌رسانی کند. به عنوان مثال، جدول زیر یک نمونه از محیط ربات کشاورز است.

	0,1	
1,0	1,1	1,2
		2,2

مربع‌های دارای علامت آب نیاز به آب‌رسانی و مربع‌های دارای علامت علف نیاز به جدا کردن علف هرز دارند. مربع‌های حاوی ضربدر قابل دسترسی نیستند.

محیط‌های مورد نظر در فایل پیوست با نام `env#.txt` موجود است. خط اول فایل مشخص‌کننده‌ی تعداد سطرها و ستون‌ها و خط دوم به ترتیب شامل موارد ذیل است:

۱- سطر شروع
۲- ستون شروع
۳- جهتی که ربات به سمت آن قرارگرفته است
۴- مقدار آب اولیه
۵- مقدار آب مورد نیاز در هر آب‌رسانی
۶- مقدار انرژی اولیه
۷- انرژی مورد نیاز جهت آب‌رسانی

۸- انرژی مورد نیاز جهت جدا کردن علف هرز

۹- انرژی مورد نیاز جهت حرکت

۱۰- انرژی مورد نیاز جهت حس کردن محیط

خط‌های باقی مانده در فایل، محیط پیرامون ربات را نشان می‌دهند.

هر مربع شامل دو مقدار بولی T/F یا X/X است. خانه‌های دارای X/X قابل دسترسی نیستند و مقدار سمت چپ برای آب‌رسانی و مقدار سمت راست برای جداسازی علف‌های هرز است. به‌عنوان مثال:

- T/T به معنای نیاز به آب‌رسانی و جداسازی علف‌های هرز
- T/F به معنای نیاز به آب‌رسانی
- F/T به معنای نیاز به جداسازی علف‌های هرز
- F/F به معنای عدم نیاز به هر نوع عملیات

این عامل زمانی موفق است که تمام مربع‌ها قبل از تمام شدن آب و انرژی به حالت F/F باشند. عامل باید تا جای ممکن انرژی و آب را ذخیره کند.

(الف) **عامل واکنشی ساده (simple reflex agent).** شما در این قسمت باید یک عامل واکنشی برای حل مسئله پیاده‌سازی کنید. توجه داشته باشید که این عامل هیچ اطلاعاتی از کلیت محیط ندارد و کنش‌های خود را تنها با ادراک‌های لحظه‌ای از محیط انتخاب می‌کند .

کنش‌های ممکن این عامل در زیر بیان شده است:

- Sense_Water: بررسی می‌کند که آیا مکان کنونی نیاز به آب دارد یا خیر.
- Sense_Weed: بررسی می‌کند که آیا مکان کنونی نیازی به جدا سازی علف هرز دارد یا خیر.
- Water: عمل آبیاری را انجام می‌دهد.
- Weed: عمل جداسازی علف هرز را انجام می‌دهد.
- Move: عامل به یکی از موقعیت‌های چپ، راست، بالا، یا پایین حرکت می‌کند.

هر کنشی که عامل انجام می‌دهد، یک جریمه‌ی انرژی به‌همراه دارد (که در env#.txt درج شده) و در آب‌رسانی علاوه بر جریمه‌ی انرژی، جریمه‌ی آب نیز وجود دارد. اگر عامل بتواند قبل از اتمام انرژی، تمام گیاهان را آب داده و علف‌های هرز را جدا کرده باشد، کار عامل تمام شده و میزان جریمه‌ی انرژی و جریمه‌ی آب را چاپ می‌کند. در پایان دنباله‌ی تمام ادراک‌ها و کنش‌های عامل باید چاپ شود.

(ب) **عامل مبتنی بر جدول (table-driven agent).** در این قسمت فرض می‌کنیم که محیط عامل مشاهده‌پذیر کامل است (عامل در هر لحظه کاملاً می‌داند چه مکان‌هایی نیاز به آبیاری و جدا کردن علف هرز دارند). برای این عامل یک جدول از کنش‌ها پیاده‌سازی کنید. نتیجه و میزان جریمه‌ی انرژی و آب را با عامل واکنشی مقایسه کنید.

(ج) **محیط اتفاقی (stochastic environment).** در این قسمت محیط اتفاقی است، به این صورت که هر کنشی که عامل انجام دهد، با احتمالی ممکن است به صورت اشتباه انجام شود. این احتمال برای حرکت کردن ۲۵٪ (به مکان اشتباهی برود) و برای آبیاری و جدا کردن علف‌های هرز ۱۰٪ است (آن کار را انجام ندهد). نتایج را با محیط قطعی مقایسه کنید.

(د) [امتیاز اضافی] **محیط چندعاملی (multiagent environment).** فرض کنید ربات کشاورز از دوست خود جهت همکاری در امر نگهداری از زمین کمک خواسته است. قسمت‌های اول و سوم این تمرین را در حالتی حل کنید که دوست ربات در محلی تصادفی کار خود را شروع کند. توجه داشته باشید که پیاده‌سازی باید به صورت چندنخی (multi-thread) باشد. همچنین دقت کنید که امکان حضور هر دو ربات در یک خانه به‌صورت همزمان وجود ندارد. در پایان دنباله‌ی ادراک‌ها و کنش‌های هر دو عامل را چاپ کنید.