

## درس هوش مصنوعی

### جواب تمرین ۲:

۱. در اینجا چند روش ساده برای ارائه یک تابع اکتشافی برای یک مسأله داده شده بیان می‌شود تا ضمن آشنایی با نحوه ارائه یک تابع اکتشافی، بتواند در بررسی ویژگی‌های توابع اکتشافی داده شده نیز مورد استفاده قرار گیرد.

- در مسائلی از این دست ساده‌ترین راه شاید پیدا کردن هزینه واقعی هر گره تا هدف و ارائه آن به عنوان تابع اکتشافی باشد. این تابع اکتشافی البته تابع اکتشافی بهینه (با هزینه‌های دقیق نه تخمینی) خواهد بود.

- با داشتن هزینه واقعی هر گره تا هدف همچنین می‌توان طیف وسیعی از توابع اکتشافی را با کم کردن هزینه داده شده برای برخی یا تمام گره‌ها بدست آورد. برای مثال تابع اکتشافی که هزینه گره  $Y$  را 800 تخمین بزند و برای سایر گره‌ها از هزینه واقعی استفاده کند.

- می‌توان با شروع از گره هدف و پویش گره‌ها، برای هر گره مقداری در نظر گرفت که در نامساوی مثلث صدق کند. به عنوان مثال با شروع از گره  $Z$  می‌توان مقدار 800 برای گره  $Y$ ، مقدار 1100 برای گره  $E$ ، مقدار 1300 برای گره  $K$  و ... در نظر گرفت. البته در این پویش باید مراقب بود که گره مورد نظر از مسیر دیگر در فضای حالت دارای هزینه کمتری برای رسیدن به هدف نباشد. برای نمونه هزینه واقعی گره  $K$  تا هدف از مسیر  $A-S-B-Z$ ، 1250 است و از این رو در صورت تخمین هزینه 1300 برای آن، تابع ارائه شده دیگر پذیرفتنی نخواهد بود. بنابراین بهتر است در طول مسیر راه‌حل مسأله گره‌ها را پویش کنیم.

۲. تابع اکتشافی باید نامنفی باشد و برای گره‌های هدف دارای مقدار صفر باشد:  $h(G)=0$

برای پذیرفتنی بودن هزینه تخمین زده شده توسط تابع اکتشافی برای هر گره باید از هزینه واقعی آن گره تا هدف کمتر یا مساوی باشد:  $h(n) \leq h^*(n)$

برای سازگار بودن باید هزینه تخمین زده شده توسط تابع اکتشافی برای گره‌های دورتر از هدف پیرو نامساوی مثلث باشد:  $h(n) \leq c(n, a, n') + h(n')$

ابتدا هزینه واقعی هر گره تا هدف  $(h^*(n))$  را محاسبه می‌کنیم:

A	950	K	1250	S	700	Y	900
B	500	M	1600	R	1650	Z	0
E	1100	O	1550	T	1500		

برای بررسی پذیرفتنی بودن تابع اکتشافی  $h_D$ ، مقادیر آن را با هزینه واقعی گره‌ها مقایسه می‌کنیم که خواهیم داشت:  $\forall n \in \{A, B, E, K, M, O, S, R, T, Y, Z\} \rightarrow h_D(n) \leq h^*(n)$  پس  $h_D$  یک تابع پذیرفتنی است.

با مقایسه مقدار  $h_D$  برای گره‌های مجاور به هم (و ترجیحاً با شروع از گره‌های نزدیک‌تر به هدف) مشاهده می‌کنیم که در مورد تمام آنها نامساوی مثلث برقرار است. به عنوان مثال:  $h_D(R) < c(R,T) + h_D(T)$  یا  $h_D(E) < c(E,S) + h_D(S)$  و ...

۳. برای مقایسه دو تابع اکتشافی می‌توان از مفهوم چیرگی (dominance) کمک گرفت و بر اساس آن تابع اکتشافی پذیرفتنی بهتر است که دارای مقدار بیشتری برای گره‌ها باشد. با توجه به این موضوع، در ترکیب توابع اکتشافی از عملیات بیشینه‌گیری (max) استفاده می‌شود تا برای هر گره از بین مقادیر داده شده توسط دو تابع اکتشافی مقدار بزرگتر انتخاب شود.

۴. به عنوان نمونه مسأله آسوده شده می‌توان نسخه‌ای از این مسأله را در نظر گرفت که در آن هر گره به صورت مستقیم به گره هدف وصل باشد (کنشی برای انتقال مستقیم از هر گره به گره هدف وجود داشته باشد). برای بدست آوردن زیر مسأله می‌توان نسخه‌ای از مسأله را در نظر گرفت که در آن تعدادی از حالات بین حالت اولیه (O) و حالت هدف (Z) با هم ادغام شده باشند. به عنوان مثال حالت‌های R، K، و T حذف شوند و حالت O مستقیماً به حالت‌های E، A، و M وصل شود.

در جواب‌های زیر عناصر لیست مقدم از سمت چپ به راست مرتب شده‌اند و سمت چپ‌ترین عنصر در ابتدای لیست قرار دارد. مقادیر داخل پرانتز مقدار تابع  $f(n)$  را برای هر گره بسته به الگوریتم مورد استفاده نشان می‌دهد.

۵. جستجوی بهترین اول حریصانه

$[O(1150)] \rightarrow [K(900), R(1100)] \rightarrow [A(650), E(800), R(1100)] \rightarrow [S(550), E(800), R(1100)]$   
 $\rightarrow [B(500), E(800), R(1100)] \rightarrow [Z(0), E(800), R(1100)] \rightarrow \text{Goal Found}$

راه‌حل:  $O - K - A - S - B - Z$  با هزینه مسیر ۱۵۵۰

۶. جستجوی  $A^*$

$[O(1150)] \rightarrow [K(1200), R(1200)] \rightarrow [R(1200), A(1250), E(1400)] \rightarrow [A(1250), T(1250), E(1400)]$   
 $\rightarrow [T(1250), E(1400), S(1400)] \rightarrow [E(1400), S(1400), M(1950)] \rightarrow [S(1400), Y(1850), M(1950)]$   
 $\rightarrow [B(1550), Y(1850), M(1950)] \rightarrow [Z(1550), Y(1850), M(1950)] \rightarrow \text{Goal Found}$

راه‌حل:  $O - K - A - S - B - Z$  با هزینه مسیر ۱۵۵۰