

فصل ۸

بحث و پیشنهاد

موضوع این پایان نامه به بررسی و تحقیق پیرامون امکان به کارگیری اتوماتونهای یادگیری در زمینه حل مسائل مطرح در سیستم های چند عامله اختصاص دارد. در فصل دوم یادگیری تقویتی و اتوماتون یادگیری به اجمال بررسی گردید. فصل سوم به معرفی سیستم های چند عامله و مسائل مطرح در آن اختصاص دارد. در فصل چهارم به معرفی لیگ شبیه سازی فوتبال روباتها (جام روباتها)، به عنوان بستر و محیطی مناسب که اکثر مسائل مطرح در سیستم های چند عامله را یکجا در این محیط می توان مشاهده، تجربه، و بررسی کرد، و بررسی کارهای انجام شده در زمینه یادگیری در این محیط پرداختیم.

به کارگیری اتوماتون یادگیری در جام روباتها سابقه قبلی ندارد، هر چند از یادگیری تقویتی استفاده شده است. در برخی از کارهای انجام شده توسط گروه های علمی دانشگاهها یا موسسات تحقیقاتی، هدف تحقیقات تنها امکان به کارگیری روشی خاص برای حل مسائل مطرح در جام روباتها بوده است و با به کارگیری توان فکری و محاسباتی زیادی نتایج مطلوبی نیز، بر طبق اظهار خودشان، بدست آورده اند. چنانچه فقط از این منظر به پژوهش انجام شده در این پایان نامه بنگریم می توانیم اظهار کنیم که نتایج بدست آمده حاکی از موفقیت و امکان به کار گیری

آتوماتونهای یادگیری در حل مسائل جام روباتها، و سیستمهای چند عامله، داشته اند. اما نتایج حاصله چیزی بیش از این را نشان می دهد :

۱. در مسئله دریافت توپ روش به کار گرفته شده ما به کارآیی مطلوب و قابل رقابت با روشهای ارائه شده، و بسیار مطرح، دست یافته است و توضیح داده شد که در مقایسه با روش شبکه های عصبی که توسط آقای پیتر استون برای حل این مسئله استفاده شده بود دارای مزیتهایی از قبیل انعطاف پذیری در زمان واقعی، تحلیلی بودن، و داشتن پایه تئوریک می باشد (ر.ک. ۵-۶) .

۲. در زمینه استفاده از آتوماتون یادگیری در مهارتهای سطح بالا نظیر تعیین سیاستهای کلان بازی، ما از آتوماتون یادگیری برای یافتن مناسب ترین سیاست دفاعی موجود در برابر حریف استفاده کردیم. خصوصیت روش ما امکان پیاده سازی مهارتی تیمی در ضمن داشتن کمترین ارتباط مرکزی یا سلسله مراتبی برای حصول هماهنگی و همکاری تیمی می باشد (ر.ک. ۶-۵).

۳. در زمینه پیاده سازی مهارتهای پیچیده ما به چالش با مسئله دریبل، که یک مسئله چند عامله است به این معنی که چند عامل در انجام کاری با یکدیگر تعامل دارند، با استفاده از آتوماتونهای یادگیری پرداختیم. نتایج بدست آمده ضمن تایید امکان به کارگیری آتوماتون یادگیری در این مسئله، کارآیی کاملاً قابل قبولی را از نظر موفقیت در یادگیری (۷۰٪ موفقیت در عمل دریبل) و زمان لازم برای یادگیری این مهارت، به معنی واقعی یادگیری به گونه ای که یادگیری تقویتی وعده داده است، بدست دادند (ر.ک. ۷-۶).

هر چند اثبات امکان کاربرد آتوماتون یادگیری در محیط سیستم های چند عامله و

محیطی پویا و پیچیده خود نتیجه ای مهم است ولی علاوه بر آن نتایج بدست آمده کارآیی بالایی را نشان می دهند و اتوماتونهای یادگیری را به عنوان یکی از روشهای مطرح برای کاربرد در مسائل یادگیری جام روباتها معرفی می کنند.

توضیح داده شد که طراحی تعیین پاسخ محیط در مسائل اتوماتون یادگیری گاهی اوقات به پیچیدگی طراحی خود سیستم اتوماتون یادگیری می باشد و صحت عملکرد آن پیش شرط صحت عملکرد سیستم طراحی شده می باشد.

در اینجا لازم است خصوصیات مهم روش اتوماتون یادگیری ذکر شود :

- از آنجائیکه تئوری اتوماتون یادگیری دارای پایه های قوی تحلیل ریاضی می باشد هر سیستمی که با استفاده از این روش مدل سازی شود از این پایه تحلیلی سود خواهد برد و در واقع درباره عملکرد آن می توان مطمئن تر اظهار نظر کرد.
- این روش قابلیت سازگاری با محیط جدید را دارد و بنابر این انعطاف پذیری که از خصوصیات مهم عوامل در محیط سیستم های چند عامله است را برآورده می کند.
- از منظر هوش مصنوعی اتوماتون یادگیری به نحو مطلوبی توازن را در مسئله " بهره برداری در مقابل اکتشاف " (ر.ک. ۲-۴-۲) برقرار می کند و استفاده از آن به طور ذاتی راه حلی برای این مسئله را در بر دارد. هر چند میزان کارآیی این راه حل ذاتی بستگی به نوع اتوماتون مورد استفاده دارد.
- طراحی مدل نمادین سیستم اتوماتون یادگیری مهمترین بخش استفاده از این روش یادگیری می باشد که به عهده طراح سیستم می باشد. علاوه بر طراحی مدل نمادین سیستم،

طراحی صحیح ارزیابی پاسخ محیط نقشی تعیین کننده در موفقیت روش دارد.

- از نظر مهندسی نرم افزار قابلیت استفاده مجدد^۱ آتوماتون یادگیری حسن مهمی از این روش می باشد. همانطور که ملاحظه شد عملکرد آتوماتون یادگیری مستقل از ماهیت عملی بود که برای آن به کار گرفته شد (مثلا بازه مناسب زاویه چرخش). بنابر این اگر طراحی مناسبی انجام شود می توان از آن برای سازگاری اعمال دیگر هم استفاده کرد بدون اینکه نیاز باشد در پیاده سازی آن تغییری دهیم. ما این را در پیاده سازی راه حل هایمان تجربه نمودیم. از نظر پیاده سازی، ساختمان و کد کلاس آتوماتون یادگیری به کار گرفته شده در تمامی مسائل حل شده یکی است.

چالش مهم پیش روی آتوماتون یادگیری (مخصوصا آتوماتونهای از نوع متغیر) تعیین بهترین مقادیر پارامترهای آن است که روش ما در اینجا برای این منظور روشی ابتکاری و شهودی بود. حل این چالش مستلزم صرف زمان و قدرت محاسباتی عظیمی می باشد. همانطور که در تهیه و تکمیل این پایان نامه مهمترین و زمانگیرترین موضوع، بعد از طراحی سیستم و مدل نمادین مسئله، در پیش روی ما انجام آزمایشات مورد نیاز برای بدست آوردن جواب مطلوب بود. شاید یکی از زمینه های مناسب تحقیق بررسی روشی برای تعیین بهترین مقادیر ممکنه در فضای برداری (پاداش، جریمه) برای یک مسئله، یا حتی یک مسئله خاص، باشد و یا حتی پاسخ به این سؤال که شرایط لازم و کافی برای اینکه کارایی به خصوصی (منظور درصد کارایی است) حاصل شود چیست ؟. در بخش ۲-۵-۶ با در نظر گرفتن معادله رابطه عمومی آتومان متغیر مفهوم آتوماتون مطلقا

¹ Reuseability

مصلحتی و شرط لازم و کافی برای مطلقاً مصلحتی بودن ذکر شده است ولی برای ما در محیط سیستم های چند عامله، و بخصوص جام روباتها، این معنا کفایت نمی کند و کارآیی بیشتری را خواهیم داشت.

از نظر کاربرد اتوماتون یادگیری در جام روباتها جای زیادی برای کاربرد آن، به دلیل خصوصیات ذکر شده، وجود دارد. این کاربرد می تواند در تمام لایه های معماری عامل باشد. لایه های استفاده شده در عوامل کلاً به سه دسته مهم تقسیم می شدند که عبارت بودند از :

- لایه تعیین سیاست که در آن تعدادی عامل با هماهنگی با یکدیگر مجموعه اعمالی را، که به آن در یادگیری تقویتی سیاست گفته می شود، در پیش می گیرند. خصوصیت تصمیمات این لایه این است که تعیین صحت و موفقیت تصمیم با تاخیر مشخص می شود نه بلافاصله پس از تصمیم گیری. این خصوصیت ضمن اینکه مسئله تعیین موفقیت تصمیم را پیچیده می کند باعث مسئله دیگری، که به آن نگاشت بازخورد گفته می شود (ر.ک. ۳-۳-۴)، می گردد. خصوصیت دیگر این لایه نیاز به تعامل عوامل با یکدیگر برای تصمیم گیری می باشد که همین میزان تعامل عوامل با یکدیگر یکی از عوامل موفقیت، تفاوت، و کارایی روشهای مختلف می باشد. استفاده از اتوماتون یادگیری، آنچنانکه ما در فصل ۶ به کار گرفتیم، می تواند تا حد زیادی نیاز به تعامل را کاهش دهد ضمن اینکه چنانچه در لایه های دیگر نیز از آنها استفاده شده باشد مسئله نگاشت بازخورد را نیز به طور مناسبی حل می کند.

- لایه مهارت های پیچیده لایه دیگری است که با نامهای متفاوت در معماریهای بررسی شده به کار گرفته شده است. خصوصیت اعمال این لایه این است که در موفقیت عملکرد عامل تصمیم گیرنده عوامل دیگر، همکار یا رقیب، نیز نقش دارند. در واقع اعمال این لایه مسائل

رقابت در سیستمهای چند عامله را نمایان می کنند. به نظر می رسد باید از اتوماتونهای متعددی برای بهبود کارایی اعمال عامل در این لایه استفاده شود چنانکه ما برای بهبود کارایی دریل از دو اتوماتون یادگیری خطی و همزمان استفاده نمودیم.

- لایه دیگر لایه مهارتهای پایه است که مسئله مطرح در آنها سازگاری می باشد. از آنجاییکه محیط سیستمهای چند عامله، و به خصوص جام روباتها، دارای عدم قطعیت و پویایی قابل ملاحظه ای می باشد تاثیر اعمال قطعی نیست و لازم است که به روشی آنها را با محیط به طور پویا سازگار کنیم. بی شک اتوماتون یادگیری راه حل مناسبی برای حل این مسئله می باشد که ما نیز از آن در بهبود کارایی دریافت توپ استفاده کردیم.

بنابراین در این پروژه نه تنها نشان داده شد که از اتوماتونهای یادگیری می توان در مسائل سازگاری، رقابت، و همکاری بین عوامل در محیط سیستمهای چند عامله بهره گرفت بلکه آنها یکی از کاندیداهای مهم برای مسائل یادگیری و سازگاری در این محیط می باشند. از نظر صاحب نظران یک روش یادگیری به تنهایی برای تمام مسائل سیستمهای چند عامله کفایت نمی کند [2,5] و برای مسائل مختلف ممکن است روشهای متفاوت یادگیری مناسب باشند. به نظر ما اتوماتون یادگیری یکی از کاندیداهای مطرح می تواند باشد که کاربرد و قابلیتهای زیادی از آن انتظار می رود.