

بهبود تصمیم‌گیری عامل‌های آتش نشان در محیط شبیه سازی امداد و نجات با استفاده از اتماتاتی یادگیر

معصومی، بهروز^۱

کنگاوری، کسری^۲

میبدی، محمدرضا^۳

چکیده:

پروژه شبیه ساز امداد و نجات به عنوان یکی از شاخه‌های روبوکاپ سعی در هوشمند کردن روابطهای امدادگر دارد. در این سیستم، موقع یک حادثه مخرب مانند زلزله شبیه سازی می‌شود که در آن عامل‌های مختلفی نظیر پلیس، آمبولانس و آتش نشان وظیفه باز کردن خیابان‌ها، امداد و نجات شهروندان و خاموش کردن آتش را بر عهده دارند. یکی از مباحث مهم در شبیه سازی امداد و نجات تصمیم‌گیری عامل‌های آتش نشان است که نقش مهمی در جلوگیری از گسترش آتش سوزی و نجات جان شهروندان دارد. عامل آتش‌نشان باید بتواند با توجه به شرایطی که در اطرافش قرار دارد به گونه‌ای عملیات نجات را انجام دهد تا کمترین خسارت به ساختمان‌های در حال سوختن وارد شود. در نتیجه این عمل مصدومین از آتش در امان می‌مانند و هدف اصلی سیستم شبیه‌ساز امداد و نجات به موقع می‌پیوندد. عامل‌های آتش‌نشان برای رسیدن به کارآیی مناسب نیار به یک استراتژی مناسب دارند تا بر اساس آن اهداف خود را اولویت بندی کنند. در این مقاله روشی مبتنی بر ساختار اتماتاتی یادگیر ارائه شده است تا تصمیم‌گیری عامل آتش‌نشان به منظور اطفای حریق در محیط شبیه‌سازی امداد و نجات را بهبود بخشد. برای بررسی میزان کارایی روش پیشنهادی مقایسه‌های مختلفی با الگوریتم‌های ارائه شده توسط عامل‌های هوشمند دیگر موجود در لیگ شبیه‌سازی امداد و نجات از مسابقات سالانه روبوکاپ صورت گرفته است. آزمایشات انجام شده ناشی از شبیه سازی امداد و نجات از نقشه‌های متفاوت نشان می‌دهند که روش پیشنهادی شده علاوه بر سادگی، از کارآیی بالاتری در مقایسه با روش‌های موجود برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: سیستم‌های چند عامله، روبوکاپ، اتماتاتی یادگیر و شبیه سازی امداد و نجات

^۱ استاد یار دانشکده مهندسی کامپیوتر و فن آوری اطلاعات دانشگاه آزاد اسلامی قزوین، masoumi@qiau.ac.ir

^۲ کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر دانشگاه آزاد اسلامی قزوین، kasra.kng@qiau.ac.ir

^۳ استاد دانشکده مهندسی کامپیوتر و فن آوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران mmeybodi@aut.ac.ir

۱ مقدمه

روبوکاپ تلاشی برای ساخت روباتهای هوشمند است به طوریکه بتوانند بدون کنترل انسان از عهده وظایفی که برای آنان تعیین شده است برآیند [۱]. فعالیت‌های عمومی انسان‌ها بسیار متنوع است و آن‌ها را در صورت‌های مختلف و متنوع می‌توان دسته‌بندی و معرفی کرد. هدف کلی که برای مجموعه روبوکاپ ترسیم شده است در دو قسمت اصلی بیان می‌شود: طراحی و ساخت روبات‌هایی که قادر باشند عملیات امداد و نجات مصومین در سوانح طبیعی را انجام دهند [۲، ۱] و ساخت روبات‌هایی که بتوانند فعالیت‌های خاص مانند بازی فوتبال را انجام دهند. پروژه شبیه ساز امداد به عنوان یکی از شاخه‌های روبوکاپ سعی در هوشمند کردن روبات‌های امدادگر دارد. در سیستم شبیه ساز امداد، وقوع یک حادثه محرب مانند زلزله شبیه سازی می‌شود. عامل‌های پلیس، آمبولانس و آتش نشان وظیفه باز کردن خیابان‌ها، امداد و نجات شهروندان و خاموش کردن آتش را بر عهده دارند. محیط شبیه‌سازی امداد و نجات، یک سیستم چند‌عامله است که سعی در کنترل و مدیریت بحران در شرایط اضطراری مانند سیل و زلزله را دارد [۱]. شبیه‌سازی به گونه‌ای پیش می‌رود که به با گذشت زمان شهروندان بر زیر آوار جان خود را از دست می‌دهند و ساختمنان‌های آتش گرفته شده، آتش خود را گسترش می‌دهند. این محیط شبیه سازی با استفاده از اطلاعات نقشه‌ای موجود از شهرهای زلزله‌خیز دنیا و مدل‌سازی بسیار دقیق به صورت واضح و کاربردی اتفاقات بعد از وقوع زلزله را پیش‌بینی می‌کند. پس از پایان شبیه سازی، عملکرد عامل‌های فعال در محیط در قالب امتیاز ارزیابی می‌شود. امتیازی که به عملکرد عامل‌ها داده می‌شود بر اساس این است که چند درصد از ساختمنان‌ها از صدمه آتش دور مانده‌اند، چه تعداد از شهروندان زنده مانده‌اند و وضعیت سلامت شهروندان بازمانده به چه صورت است. ملاحظه می‌شود که موارد دخیل در کسب امتیاز، مستقیماً با وظایف عامل‌های آتش نشان و آمبولانس در ارتباط است. عامل‌های آتش نشان وظیفه مهار و کنترل آتش را بر عهده دارند. این عامل‌های توانایی‌هایی از قبیل حرکت به سوی ساختمنان‌های در حال آتش، مهار آتش، پر کردن ذخیره آب موجود در تانکر و جستجوی مصومین در سطح شهر را دارند. این دسته از عامل‌ها اگر در زمان مناسب موفق شوند که شهر را از آتش‌های به وجود آمده به دلیل زلزله نجات دهند می‌توانند به دنبال مصومین آوارزده بشتابند و کارایی کنترل و مدیریت بحران را بالا ببرند [۱].

آتش نشان نقش مهمی در جلوگیری از گسترش آتش سوزی و نجات جان شهروندان دارند. میتوان نقش آتش نشان‌ها را به دو بخش اساسی تقسیم کرد:

- شناسایی آتش و جلوگیری از گسترش آن با خاموش کردن آتش
- جستجو برای شهروندان صدمه دیده

تا زمانیکه آتشی در محیط وجود داشته باشد وظیفه آتش نشان‌ها این است که آن را خاموش کنند. به منظور مقابله کارآمدتر با آتش سوزی، آتش نشانها باید به گروه‌های مختلف تقسیم شوند. در بسیاری از موارد تعداد آتش نشان‌ها در مقایسه با تعداد ساختمنان‌های آتش گرفته اندک است. از طرفی این مشکل به دلیل محدودیت آب آتش نشان نشانها حادتر نیزی می‌شود. هر آتش نشان باید زمانی را برابر با زمان خاموش سازی آتش به منظور پر کردن مخزن آب خود مصرف کند. به همین دلیل به هنگام مقابله با آتش با مشکلاتی نظری برآورد تعداد آتش نشان‌هایی است که باید مامور خاموش کردن یک آتش شوند و چگونگی اولویت در تقسیم بندی گروه‌های آتش نشانی در برخورد با آتش سوزی‌های مختلف روبرو خواهد شد. تصمیم‌گیری عامل آتش‌نشان، به پارامترهای مختلفی در محیط شبیه‌سازی امداد و نجات به منظور انتخاب یک ساختمنان نظری درجه سوختگی ساختمنان، مساحت ساختمنان، دمای ساختمنان، فاصله از مرکز شهروندان، وجود ساختمنان در ناحیه آتش قبلی انتخاب شده توسط عامل، فاصله از محدوده امن نقشه، فاصله از محل در حال سوختن نقشه و نوع ساختمنان بستگی دارد. عامل آتش نشان باید همواره اولویت این پارامترها را به گونه‌ای تعیین کند که در محیط تاثیری بهتری را داشته باشند. اگر ضریب یک پارامتر به اشتباه عدد بسیار بالایی در نظر گرفته شود، باقی پارامترها دیگر تاثیری در روند تصمیم‌گیری آتش نشان نخواهد داشت. در مقابل نیز اگر یک پارامتر دارای ضریب کمی باشد تاثیری در روند تصمیم‌گیری نخواهد داشت.

تعیین ضرایب پارامترهای بالا به گونه‌ای که عامل همواره و در تمامی شرایط بهترین تصمیم را بگیرد بسیار مشکل است. روش‌های بسیار زیادی برای حل این مسئله مطرح شده‌اند و در شرایط مختلف نیز نتایج خوبی بدست آورده‌اند. اما اصلی‌ترین مشکلی که در تمامی روش‌ها بوجود می‌آید شرایط بسیار گوناگون محیط است. در واقع تمامی روش‌های قبلی ارائه شده فقط در شرایط خاص تعیین شده در آن به خوبی کار می‌کنند و این قابلیت را ندارند که در تمامی ستاریوهای موجود در محیط شبیه‌سازی امداد و نجات به صورت بهینه کار کنند. این روش‌ها را

می‌توان به دو دسته کلی تقسیم کرد: دسته اول، روش‌هایی که به صورت مکاشفه‌ای و آزمون و خطا به وجود آمده‌اند. این روش‌ها به این دلیل که نمی‌توان تمامی شرایط گوناگون را در آن جای داد در همه شرایط نتیجه مطلوبی نمی‌دهند. دسته دوم از روش‌های تعیین ضرایب، روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی هستند. این روش‌ها معمولاً از تکنیک‌هایی همچون الگوریتم‌های ژنتیک، الگوریتم‌های یادگیری تقویتی و یا الگوریتم‌های جامع‌سازی مانند منطق فازی استفاده می‌کنند [۶-۳]. این روش‌ها دارای دو مشکل اصلی هستند. اول این که محیط شبیه‌سازی امداد و نجات بسیار بزرگ است و روش‌هایی در آن به خوبی جواب می‌دهند که پاسخ را سریع دریافت کنند. تمامی الگوریتم‌هایی که در بالا به آن‌ها اشاره شد نیازمند تعداد بسیار زیادی اجرا در محیط شبیه‌سازی امداد و نجات هستند و این تعداد با توجه به سناریوهای مختلفی که در این سیستم موجود است بسیار بیشتر نیز خواهد شد. علاوه بر این الگوریتم‌ها و روش‌های مطرح شده در بالا همگی دارای ساختارهایی بسیار پیچیده هستند و به کندی کار می‌کنند و همچنین نیازمند توابع ارزیابی بسیار دقیق هستند. عملًا توابع ارزیابی دقیقی که دقیقاً ارزیابی از ضرایب پارامترهای را برگرداند وجود ندارد. بنابراین روش‌هایی که بسیار وابسته به این توابع ارزیابی هستند مانند الگوریتم‌های ژنتیک، منطق فازی و یا الگوریتم‌های مبتنی بر شبکه‌های عصبی نمی‌توانند بسیار مفید واقع شوند.

در این مقاله روشی مبتنی بر ساختارهای اتوماتیک یادگیر ارائه شده است تا تصمیم‌گیری عامل آتش‌نشان به منظور اطفای حریق در محیط شبیه‌سازی امداد و نجات را بهبود بخشد. برای این منظور برای اولویت دهی اهداف عاملهای آتش‌نشان از اتوماتیک یادگیر با ساختار ثابت استفاده شده است. در ادامه ساختار مقاله به صورت زیر سازمان دهی شده است. در بخش ۲ عملکرد عامل آتش‌نشان در محیط شبیه ساز امداد و نجات توضیح داده شده است. در بخش ۳ مفهوم اتوماتیک یادگیر مطرح شده و در بخش ۴ روش پیشنهادی ارائه گردیده است. در بخش ۵ نتایج شبیه سازی نشان داده شده اند و بخش ۶ نتیجه گیری را بیان می‌کند.

۲ عملکرد عامل آتش‌نشان در محیط شبیه سازی امداد و نجات

عامل آتش‌نشان باید بتواند با توجه به شرایطی که در اطرافش قرار دارد به گونه‌ای عملیات نجات را انجام دهد تا کمترین خسارت به ساختمان‌های در حال سوختن وارد شود. در نتیجه این عمل مصدومین از آتش در امان می‌مانند و هدف اصلی سیستم شبیه‌ساز امداد و نجات به وقوع می‌پیوندد. در مسیر انجام چنین عملی پارامترهای بسیار زیادی دخیل هستند. همان طور که در بحث چگونگی گسترش آتش در محیط شبیه سازی امداد و نجات اشاره گردید پارامترهایی از قبیل درجه سوختگی، مساحت، دما و جنس ساختمان عواملی تعیین کننده برای گسترش آتش می‌باشند. اما سوال اصلی در اینجاست که آیا در نظر گرفتن این پارامترها برای موفقیت عامل آتش‌نشان در محیط کافی است؟ عاملی که فقط به پارامترهای بالا اکتفا کند در بسیاری از سناریوهای موجود در محیط شبیه سازی امداد و نجات نتیجه مطلوبی کسب نمی‌کند. دلایل اصلی این عدم نتیجه گیری را می‌توان به صورت زیر برشمود. میزان کارایی تیم امداد و نجات بر اساس تعداد مصدومینی است که از زیر آوار نجات داده شده‌اند. اگرچه گسترش هرچه بیشتر آتش میزان کارایی تیم را کاهش می‌دهد اما نجات جان مصدومین بسیار بالارزش‌تر است. بر اساس همین تعریف سناریوهای بسیاری از محیط شبیه سازی امداد و نجات وجود دارند که آتش‌هایی با درجه سوختگی بالا و دمای بسیار بالا در قسمت‌هایی از نقشه قرار می‌گیرند که شهروندی در آن جا قرار ندارد و در برابر آتش‌هایی کوچکتری در مرکز شهروندان قرار داده می‌شوند. در این وضعیت عامل‌های امداد اگر قصد اطلاعاتی حریق به نظر بالهمیت‌تر در شهر را بکنند نتیجه مطلوبی نخواهد گرفت. زیرا تعداد شهروندان بیشتری در آتش‌های کوچک‌تر موجود در شهر خواهد سوت.

پارامترهای اصلی برای تصمیم‌گیری عامل آتش‌نشان در محیط شبیه سازی امداد و نجات به منظور انتخاب یک ساختمان عبارتند از:

- درجه سوختگی ساختمان
- مساحت ساختمان
- دمای ساختمان
- فاصله از مرکز شهروندان
- وجود ساختمان در ناحیه آتش قبلی انتخاب شده توسط عامل
- فاصله از محدوده امن نقشه
- فاصله از محدوده در حال سوختن نقشه
- نوع ساختمان



روند کلی کار آتش نشان باید اینگونه باشد که برای هر پارامتر مطرح شده در لیست بالا اولویتی تعیین کرده و این اعداد اولویت را به نحوی با هم ترکیب کرده و میزان اولویت برای هر ساختمان را تعیین کند. بعد از این که یک عامل برای تمامی ساختمان‌های موجود در جهان واقع، این عمل را انجام داد آن گاه می‌تواند ساختمانی که دارای بیشترین اولویت بوده را انتخاب کرده و اقدام به خاموش کردن آتش در آن بکند. در ادامه پارامترهای تصمیم‌گیری را به تفکیک مورد بررسی قرار می‌دهیم.

- درجه سوختگی: درجه سوختگی دارای ۸ درجه می‌باشد. عملاً ساختمان‌هایی که فاقد درجه سوختگی ۱، ۲ یا ۳ باشند از لیست ساختمان‌های احتمالی برای خاموش شدن خارج می‌شوند. درجه‌های سوختگی ۱، ۲ و ۳ دارای اهمیت در انتخاب یک ساختمان به عنوان هدف اصلی هستند.
 - مساحت ساختمان: مساحت ساختمان تاثیر مستقیمی در میزان انتقال آتش دارد. هرچه ساختمان بزرگ‌تر باشد انتقال آتش در آن سریعتر بوده و خاموش کردن آن مشکل‌تر است. مساحت ساختمان‌های موجود در سیستم شبیه‌سازی امداد و نجات تا ۱۰۰۰۰ مترمربع می‌باشد.
 - دمای ساختمان: هرچه دمای یک ساختمان بیشتر باشد میزان انتقال آتش در آن سریعتر است. دمای ساختمان از صفر تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد قابل تغییر می‌باشد. عامل باید بتواند با توجه به دمای فعلی ساختمان ضریبی مناسب برای آن تعیین کند.
 - فاصله از مرکز شهر و ندان: بیشترین فاصله در شهر برابر ۱۰۰۰۰ متر می‌باشد. بنابراین این پارامتر بزرگ‌ترین میزان تغییرات را در بین باقی پارامترها دارد. عامل باید بتواند با تعیین ضریبی مناسب برای این پارامتر عمل بهینه در محیط را انجام دهد.
 - فاصله از محدوده امن و فاصله از محدوده در حال سوختن: هرچه یک ساختمان به محل سوختگی نقشه نزدیک‌تر باشد احتمال این که سریعتر آتش بگیرد نیز بیشتر است. در مقابل هرچه ساختمان به منطقه امن نقشه نزدیک باشد در صورت آتش گرفتن نیز مشکلی برای کل شهر بوجود نمی‌آورد. میزان تغییرات این پارامتر نیز برابر میزان فاصله در نقشه است و بیشترین مقدار آن ۱۰۰۰۰ متر می‌باشد.
 - جنس ساختمان: ساختمان‌هایی که از نوع چوبی و یا فلزی باشند دارای میزان انتقال بالایی هستند و آتش خود را سریعاً به ساختمان‌های مجاور انتقال می‌دهند. در مقابل ساختمان‌هایی که دارای جنس سخت هستند آتش را با نرخ کمتری از خود انتقال می‌دهند. عامل باید بتواند ضریب این پارامتر را نیز به صورت بهینه انتخاب کند.
- عامل آتش نشان باید همواره ضرایب را به گونه‌ای تعیین کند که تمامی پارامترها در محیط تاثیر خود را داشته باشند [۱]. اگر ضریب یک پارامتر به اشتباه عدد بسیار بالایی در نظر گرفته شود، باقی پارامترها دیگر تاثیری در روند تصمیم‌گیری آتش نشان نخواهند داشت. در مقابل نیز اگر یک پارامتر دارای ضریب کمی باشد تاثیری در روند تصمیم‌گیری نخواهد داشت.

۳ اتماتای یادگیر

اتماتای یادگیر یک ماشین با حالات محدود است که می‌تواند تعداد محدودی عمل را انجام دهد. هر عمل انتخاب شده توسط محیطی احتمالی ارزیابی می‌گردد و پاسخی به اتماتای یادگیر داده می‌شود. اتماتای یادگیر از این پاسخ استفاده می‌نماید و عمل خود را برای مرحله بعد انتخاب می‌کند [۷]. در طی این فرایند، اتماتای یادگیر یاد می‌گیرد که چگونه بهترین عمل را انتخاب نماید. شکل (۱) ارتباط بین اتماتای یادگیر و محیط را نشان می‌دهد. محیط را می‌توان توسط سه تابی $E \equiv \{\alpha, \beta, c\}$ نشان داد که در آن $\{\alpha_1, \dots, \alpha_r, \beta_1, \dots, \beta_m, c_1, \dots, c_r\}$ مجموعه ورویدهای $\alpha = \{\alpha_1, \dots, \alpha_r\}$ مجموعه خروجیها و $\beta = \{\beta_1, \dots, \beta_m\}$ مجموعه احتمالهای جریمه می‌باشد. هرگاه β مجموعه دو عضوی باشد محیط از نوع P می‌باشد. در چنین محیطی $\beta_1 = 1$ به عنوان جریمه و $\beta_2 = 0$ به عنوان پاداش در نظر گرفته می‌شود. در محیط Q ، $\beta(n)$ می‌تواند به طور گستته یک مقدار از مقادیر محدود در فاصله $[0,1]$ و در محیط از نوع S ، $\beta(n)$ هر مقدار در فاصله $[0,1]$ را اختیار کند. احتمال اینکه عمل c_i نتیجه نا مطلوب داشته باشد، می‌باشد. در محیط ایستا مقادیر c_i بدون تغییر می‌مانند، حال آنکه در محیط غیر ایستا این مقادیر در طی زمان تغییر می‌کنند.



شکل ۱- ارتباط بین اتوماتای یادگیر و محیط

اتوماتای یادگیر با ساختار متغیر توسط ۴ تائی $\{\alpha, \beta, p, T\}$ نشان داده می شود که در آن $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_r\}$ مجموعه عمل های اتوماتا، $\beta = \{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m\}$ مجموعه ورودی های اتوماتا، $p = \{p_1, p_2, \dots, p_r\}$ بردار احتمال انتخاب هر یک از عملها، و $T[\alpha(n), \beta(n), p(n)] = p(n+1)$ الگوریتم یادگیری می باشد. در این نوع از اتوماتاها، اگر عمل i در مرحله n ام انتخاب شود و پاسخ مطلوب از محیط دریافت نماید، احتمال $p_i(n)$ افزایش یافته و سایر احتمالها کاهش می یابند. و برای پاسخ نامطلوب احتمال $p_i(n)$ کاهش یافته و سایر احتمالها افزایش می یابند. در هر حال، تغییرات به گونه ای صورت می گیرد تا حاصل جمع (n) ها همواره ثابت و مساوی یک باقی بماند. الگوریتم زیر یک نمونه از الگوریتمهای یادگیری خطی برای اتوماتای یادگیر با ساختار متغیر است.

الف- پاسخ مطلوب

$$p_i(n+1) = p_i(n) + a[1 - p_i(n)] \\ \forall j \quad j \neq i \quad p_j(n+1) = (1-a)p_j(n) \quad (1)$$

ب- پاسخ نامطلوب

$$p_i(n+1) = (1-b)p_i(n) \\ \forall j \quad p_j(n+1) = \frac{b}{r-1} + (1-b)p_j(n) \quad (2)$$

$j \neq i$

در روابط فوق، a پارامتر پاداش و b پارامتر جریمه می باشد. با توجه به مقادیر a و b سه حالت را می توان در نظر گرفت. زمانیکه a و b با هم برابر باشند، الگوریتم را L_{RP} ^۱ می نامیم. زمانیکه b از a خیلی کوچکتر باشد، الگوریتم را L_{REP} ^۲ می نامیم. زمانیکه b مساوی صفر باشد، الگوریتم را L_{RI} ^۳ می نامیم. برای اطلاعات بیشتر درباره اتوماتاهای یادگیر با ساختار متغیر و اتوماتاهای یادگیر با ساختار ثابت می توان به [۸] مراجعه کرد.

۴ مدل پیشنهادی مبتنی بر اتوماتای یادگیر

برای تعیین اولویت بندی اهداف عامل های آتش نشان در محیط شبیه ساز امداد با توجه به پارامترهای مطرح شده در بخش ۲ از یک اتوماتای یادگیر با ۸ حالت استفاده شده است که عبارتند از:

حالت ۱: افزایش ضریب درجه سوختگی ساختمان

حالت ۲: افزایش ضریب مساحت ساختمان

حالت ۳: افزایش ضریب دمای ساختمان

حالت ۴: افزایش ضریب فاصله از مرکز شهر وندان

حالت ۵: افزایش ضریب وجود ساختمان در ناحیه آتش قبلی انتخاب شده

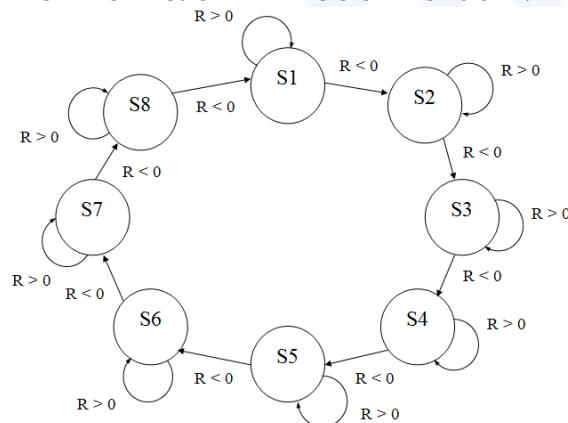
حالت ۶: افزایش ضریب مربوط به فاصله از محدوده امن نقشه

حالت ۷: افزایش ضریب مربوط به فاصله از محدوده در حال سوختن نقشه

حالت ۸: افزایش ضریب جنس ساختمان

در واقع اتوماتای یادگیر با قرارگیری در هر یک حالت محیط، اقدام به افزایش ضریب مربوط با آن پارامتر می‌کند. روند کلی کار اتوماتا این-گونه است که سیستم ابتدا از حالت ۱ (افزایش ضریب پارامتر مربوط به درجه سوختگی ساختمان) شروع به کار می‌کند. بعد از هر بار افزایش ضریب پارامتر مربوطه، آزمایش مجدد با ضرایب جدید بر روی محیط انجام می‌شود. خروجی سرویس دهنده شبیه‌ساز بعد از اتمام شبیه‌سازی به عنوان نتیجه عمل انجام شده در حالت‌های اتوماتا مورد بررسی قرار می‌گیرد. در صورتی که جواب بدست آمده به نسبت جواب قبلی کارتر باشد، اتوماتا به این نتیجه می‌رسد که عمل انجام شده توسط آن مفید بوده و اقدام به تکرار آن عمل می‌کند. این پاداش اتوماتا را در حالت فعلی نگه داشته و برای بار بعد نیز ضریب پارامتر مربوطه بیشتر می‌شود. با افزایش ضریب مربوطه آزمایش مجدد بر روی سیستم انجام می‌شود و نتیجه با نتیجه مرحله قبل مقایسه می‌شود. تا زمانی که نتیجه حالت بعدی از حلات قبلی بهتر شود اتوماتا به این روند ادامه می‌دهد و ضریب پارامتر مربوطه را افزایش می‌دهد.

در اولین نقطه‌ای که جواب بدست آمده از محیط از جواب قبلی بدتر می‌شود و امتیاز نهایی عامل‌ها کاهش پیدا کرده سیستم متوجه می‌شود که میزان ضریب پارامتر موجود در حالت فعلی با توجه به باقی ضرایب موجود در محیط در حاضر نباید افزایش داشته باشد. در این زمان سیستم مقدار ضریب پارامتر فعلی را جرمیه کرده و مقدار آن را برابر نیمی از مقدار فعلی اش قرار می‌دهد. با این عمل ضریب پارامتر مقدار کمتری پیدا می‌کند و حالت فعلی به حالت بعدی اتوماتا (افزایش ضریب مساحت ساختمان) تغییر پیدا می‌کند. همانطور که در بخش ۳ عنوان شد سیستم اتوماتای یادگیر فرمولی جهت انتخاب حالت بعدی می‌باشد. احتمال انتخاب حالت‌های مختلف بعد از هر عمل بروزرسانی می‌شوند و برای انتخاب حالت بعدی از این احتمال‌ها استفاده می‌شود. احتمال انتخاب تمامی حالت‌ها در ابتدا مقدار پیش‌فرض ۰/۱ را دارد و ضرایب پاداش و جرمیه نیز برابر ۰/۲ است. فرمول تغییر احتمال‌های انتخاب با توجه به رابطه‌های ۱ و ۲ تعیین می‌شوند.



شکل ۲: ساختار اتوماتای استفاده شده برای تنظیم ضرایب

همچنین این نکته در انتخاب حالت بعدی وجود دارد که به هیچ وجه حالتی که در حال حاضر حالت فعلی است و تنبیه‌ی دریافت می‌کند نباید به عنوان حالت بعدی نیز انتخاب شود. این شرط باعث می‌شود تا انتخاب‌های سیستم بین حالت‌های گوناگون انجام شود و در نهایت سیستم به ضرایب بهینه‌ای برسد.

S1: افزایش ضریب درجه سوختگی ساختمان

S2: افزایش ضریب مساحت ساختمان

S3: افزایش ضریب دمای ساختمان

S4: افزایش ضریب فاصله از مرکز شهرزوندان

S5: افزایش ضریب وجود ساختمان در ناحیه آتش قبلی انتخاب شده توسط عامل

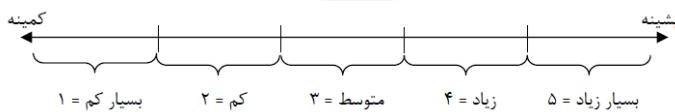
S6: افزایش ضریب فاصله از محدوده امن نقشه

S7: افزایش ضریب فاصله از محدوده در حا سوختن نقشه

S8: افزایش ضریب جنس ساختمان

تغییر ضرایب پارامترها بدین گونه است که با هر بار دریافت پاداش مقدار پارامتر ۲ برابر می‌شود. این عمل تا زمانی که حالت جریمه به وجود بیاید برای حالت جاری اتفاق می‌افتد. در زمان اولین جریمه مقدار پارامتر جاری نصف می‌شود و بعد از آن در صورتی که دوباره حالت جاری به آن برسد و پاداش دریافت کند به میزان یک واحد افزایش پیدا می‌کند. این افزایش یک واحدی ادامه پیدا می‌کند تا مقدار ضریب به مقدار قبلی که در آن تنبیه رخ داده بود برسد. در صورتی که مقدار جدید باز هم به مقدار جریمه رسید و پاداش دریافت کرد مقدارش ماند حالت پیش‌فرض دوبرابر می‌شود. این شیوه تغییر مقدار ضرایب پارامترها باعث می‌شود تا به صورت دقیق میزان ضرایب تعیین شود. هر بار که حالت جریمه می‌شود بدین معنی است که مقدارش یا در نزدیکی جواب است و یا به صورت نامتعادل افزایش پیدا کرده است. بنابراین مقدار آن پس از جریمه نصف می‌شود. بعد از این که مقدار ضریب یک حالت نصف می‌شود بدین معنی است که احتمالاً جواب بهینه باید در بازه ضریب فعلی تا دوبرابر آن قرار داشته باشد. بنابراین با هر بار پاداش ضریب یک واحد افزایش پیدا می‌کند. در صورتی که مقدار ضریب به مقدار قبلی برسد و هنوز به دنبال جواب بهتر باشیم به مانند حالت پیش‌فرض اقدام به پاداش و جریمه می‌کنیم.

الگوریتم تصمیم‌گیری بدین گونه عمل می‌کند که پارامترهای مطرح شده برای تصمیم‌گیری عامل آتش‌نشان در عدد اولویت آن‌ها که توسط سیستم اتوماتیک یادگیری به دست می‌آید ضرب می‌شود. به منظور جلوگیری از افزایش و کاهش ناگهانی مقادیر، هر پارامتر را با توجه به مقدارش نسبت به باقی ساختمان‌های موجود در محیط در یک محدوده مشخص قرار می‌دهیم. شکل ۳ چگونگی قرارگیری یک ساختمان در محدوده مشخص را بر اساس پارامتر مربوطه نشان می‌دهد:



شکل ۳. محدوده تعريف شده برای ساختمان در بین باقی ساختمان‌های محیط

با توجه به شکل بالا پنج محدوده برای هر پارامتر تعريف شده است. تعداد محدوده‌ها بر اساس تجربیات موجود در سیستم شبیه‌سازی امداد و نجات و مدل نقشه‌های موجود در این محیط به دست آمده است. با توجه به پارامترهای انتخاب شده در تصمیم‌گیری‌های عامل آتش‌نشان نتایج زیر بدست خواهد آمد:

۴-۱- ایجاد گروههای کاری هماهنگ با استفاده از اتوماتای یادگیر

در چرخه اتوماتای یادگیر هر آتش‌نشان پارامتری جهت انتخاب نزدیک‌ترین ساختمان و انتخاب ساختمانی که در ناحیه آتش فعلی قرار دارد وجود دارد. با تعیین دقیق شرایط مربوط به این پارامتر در ابتدای شبیه‌سازی آتش‌نشان‌هایی که همگی در نزدیکی یک آتش قرار دارند با هم همکاری کرده و آتش را خاموش می‌کنند و با گذر زمان شبیه‌سازی نیز آتش‌نشان‌ها به تدریج و به صورت گروههای پویا^۱ در شهر پخش می‌شوند و اقدام به خاموش کردن آتش‌ها به صورت گروهی می‌کنند.

۴-۲- انتخاب مناسب‌ترین ساختمان جهت خاموش کردن

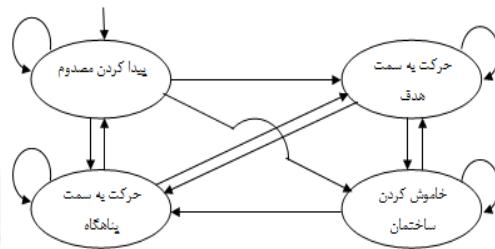
مجموع تمامی پارامترهای موجود در اتوماتای یادگیر بعد از یادگیری و تعیین ضرایب منجر به تشخیص مناسب‌ترین ساختمان جهت خاموش کردن می‌شوند. در واقع اصلی‌ترین هدف اتوماتای یادگیر انتخاب بهینه و مناسب ساختمان‌ها می‌باشد.

۴-۳- تشخیص سرعت گسترش آتش در جهت‌های مختلف و مهار آتش از مناسب‌ترین جهت

سرعت و جهت گسترش آتش در برنامه شبیه‌ساز امداد و نجات متاثر از جنس ساختمان‌ها، درجه سوختگی ساختمان و دمای ساختمان می‌باشد. اتوماتای یادگیر هر ۳ پارامتر عنوان شده را در مجموعه عمل‌های خود قرار داده و اقدام به تعیین ضریب برای آن‌ها می‌کند و در نهایت موفق می‌شود با انتخاب مناسب‌ترین ضرایب آتش‌ها از جهتی که سرعت بیشتری برای گسترش دارد مهار کند. محیط شبیه‌سازی امداد و نجات یک محیط بسیار بزرگ، پویا و تصادفی است. عامل‌های مختلف قرار می‌گیرند دارای توانایی‌های مختلف و گوناگون

هستند. به عنوان مثال، عامل‌های آتش‌نشان علاوه بر قابلیت خاموش کردن یک آتش‌می توانند در بعضی از زمان‌های شبیه سازی به دنبال مصدومین در خیابانها بگردند و یا به سمت پناهگاه‌ها حرکت کنند. توانایی‌های مختلف باعث می‌شوند که ترتیب اجرای عمل‌های یک عامل در محیط منجر به نتایج مختلف شود. به معنای دقیق‌تر فقط تعیین ضرایب برای انتخاب بهترین ساختمان جهت خاموش کردن نمی‌تواند ضمنین کننده بهترین نتیجه در کار عامل آتش‌نشان باشد. در بعضی از حالات ممکن است اگر تعدادی از آتش‌نشان‌ها به دنبال مصدومین بگردند و آن‌ها را به عامل‌های آمبولانس گزارش کنند نتیجه بهتری حاصل شود. همچنین عامل‌های آتش‌نشان زمانی که در نزدیکی ساختمان‌های آتش‌گرفته قرار می‌گیرند به تدریج از میزان توانایی آنها کاسته می‌شود و مصدوم می‌شوند. این عامل‌ها اگر سریعاً خود را به پناهگاه‌ها نرسانند جان خود را از دست می‌دهند و امتیاز منفی برای کل تیم ثبت می‌شود. بنابراین، عامل‌های آتش‌نشان علاوه بر انتخاب بهترین ساختمان جهت خاموش کردن، باید دارای تعدادی حالت تصمیم‌گیری و شروطی جهت انتقال از هر حالت به حالت دیگر داشته باشند. به همین منظور و جهت بهینه‌سازی کار عامل‌های آتش‌نشان حالت‌های عمل زیر برای یک عامل در پیاده‌سازی لحاظ شده‌اند:

پیاده‌سازی عامل‌ها بدین گونه است که عامل‌ها از ابتدا وارد اتوماتی سطح بالا می‌شوند و در حالت پیدا کردن مصدوم قرار می‌گیرند. سپس با گذر زمان و برقراری شروط موجود بر روی یال‌های اتوماتی سطح بالا، به حالت‌های مختلف می‌روند. زمانی که یک عامل در حالت پیدا کردن مصدوم می‌باشد هریار لیست ساختمان‌های در حال آتش‌خود را چک می‌کند و اگر ساختمان‌هایی در این لیست وجود داشته باشد با استفاده از ضرایب به دست آمده از اتوماتی یادگیر بهدر مرحله آموزش لحاظ شده‌اند بهترین ساختمان را انتخاب کرده و به سوی آن حرکت می‌کند (حالت حرکت به سمت هدف).



شکل ۴: مدل کلی و سطح بالای عامل آتش‌نشان

۵ پیاده‌سازی و ارزیابی الگوریتم پیشنهادی

۱-۱- بررسی با توجه به نقشه‌های مختلف

در محیط شبیه‌سازی امداد و نجات سناریوهای بسیار متعددی مطرح هستند به طوریکه امکان تست الگوریتم پیاده‌سازی شده در تمامی سناریوها وجود ندارد. البته تست الگوریتم در شرایط محدود و مشخص نیز عملاً پیشرفتی در محیط شبیه‌سازی امداد و نجات به وجود نمی‌آورد. بنابراین و به منظور حل این مشکل در این بخش سعی می‌شود تا ساختار نقشه‌ای طراحی شود که تمامی عوامل لازم و موثر در گسترش آتش را دارا باشد و همچنین عوامل مختلفی که باسته به عمل باقی عامل‌های هوشمند از قبیل پلیس‌ها و نیروهای آمبولانس است را دارا نباشد تا بدین صورت فقط و فقط میزان کارایی عامل‌های آتش‌نشان در محیط سنجیده شود. نقشه شهرهای مختلفی در سیستم شبیه‌سازی امداد و نجات شبیه‌سازی شده‌اند. ما در این بخش برای انتخاب نقشه استاندارد از اولین شهری که به عنوان یک شهر واقعی در سیستم شبیه‌سازی امداد و نجات پیاده‌سازی شده است استفاده می‌کنیم. نقشه انتخابی ما قسمتی از نقشه شهر کوبه ۵ در کشور ژاپن است. در این نقشه سعی شده است تا تمامی پارامترهای تصمیم‌گیری موجود برای عامل آتش‌نشان در نظر گرفته شوند و به نوعی یک نقشه جامع تهیه شود. نقشه استاندارد مورد نظر در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵: نقشه شهر کوبه در شبیه‌ساز امداد و نجات

در نقشه مذکور فقط عامل‌های آتش‌نشان قرار داده شده‌اند. این کار بدين دليل است که امتياز نهايی كسب شده در محيط فقط باید نتيجه الگوريتم اجرا شده توسط عامل آتش‌نشان باشد و كاريبي باقی عامل‌ها نباید در آن تاثيرگذار باشد. اين عمل باعث شده است تا امتياز‌هاي كسب شده به نسبت امتياز‌هاي نرمالي كه در مسابقات واقعي بدست مي‌آيند بسيار كمتر باشد اما معيار مقاييسه كاريبي در اين پژوهش صرفاً ميزان گسترش آتش بوده است. مشخص و واضح است که در صورت اتصال باقی عامل‌ها به محيط و استفاده از سيسitem اتوماتاي يادگير پياده‌سازی شده در محيط امتياز نهايی كسب شده به مرتب بالاتر از امتياز‌هاي نرمالي كسب شده در مسابقات روبوكاب است. با توجه به شكل مي‌بینيم که نقشه داراي ۶ ناحيه آتش است:

- **ناحие اول.** اين ناحيه که اصلی ترين ناحيه به شمار مي‌آيد در مرکز شهر قرار دارد(شکل ۶) و در صورتی که توسط عامل‌های آتش‌نشان مهار نشود باعث بروز صدمه جدي به شهر و مرگ تعداد زيادي شهروند که در کنار آن قرار دارند مي‌شود. در واقع اين ناحيه آتش به اين دليل قرار داده شده است تا معيار مناسبی برای پارامترهای مرتبط با فاصله ار منطقه امن و منطقه در حال سوختن باشد.



شکل ۶: نقشه ناحيه آتش اول

- **ناحие دوم.** اين ناحيه در سمت شمال شرقی نقشه واقع شده است و داراي يك ساختمان با مساحت بسيار بزرگ است شكل ۷(سمت راست). تعدادي ساختمان کوچکتر نيز در کنار اين ساختمان بزرگ قرار داده شده‌اند. اين ناحيه آتش به دليل تست ضرایب موجود برای مساحت ساختمان‌های انتخاب شده برای مهار آتش در نقشه قرار داده شده است. اگر عامل‌های آتش‌نشان دقت بسيار زيادي به پارامتر مساحت ساختمان داشته باشند اين ناحيه آتش را به عنوان اولین ناحيه آتش انتخاب مي‌کنند. اين نوع ناحيه آتش الگوريتم انتخاب ساختمان توسط عامل را از دید مساحت ساختمان تست مي‌کند.



شکل ۷: نقشه ناحيه آتش دوم(سمت راست) و ناحسه آتش سوم (سمت چپ)

- ناحیه سوم. این ناحیه در قسمت جنوب شرقی نقشه قرار داده شده است و ویژگی هایی شبیه ناحیه دوم دارد و تنها تفاوت آن در این است که یک ساختمان بزرگ در آن وجود ندارد بلکه مساحت مجموع ساختمان های انتخاب شده مقدار قابل توجهی است(شکل ۷ سمت چپ).
- ناحیه چهارم. این ناحیه در قسمت جنوبی نقشه قرار داده شده است و فاصله بسیار نزدیک تا چندین شهروند خاص در نقشه را دارد. این ناحیه همچنین از نظر مساحت نرمال به حساب می آید. از معیارهای اصلی برای قرار دادن این ناحیه آتش در نقشه تست الگوریتم تصمیم گیری آتش نشان ها برای این که هدف درست را انتخاب کنند است. اگر آتش نشان ها این ناحیه را به عنوان اولین ناحیه آتش انتخاب کنند دچار اشتباه شده و کارایی لازم را در محیط از خود نشان نمی دهند(شکل ۸).

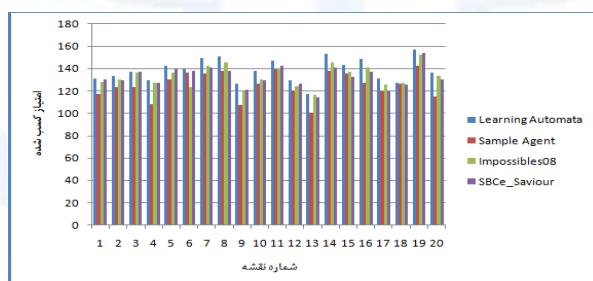


شکل ۸: نقشه ناحیه آتش چهارم

- ناحیه پنجم و ششم. ناحیه های پنجم و ششم به ترتیب در شمال و غرب نقشه قرار داده شده اند(شکل ۹). ناحیه شمالی از نظر مساحت کوچک انتخاب شده و همچنین فاصله بسیار زیادی تا مرکز شهروندان موجود در نقشه دارد. بنابراین دارای اهمیت بسیار پایینی است. همچنین با توجه به جنس ساختمان های قسمت شمالی که از نوع مقاوم هستند امکان انتقال آتش از آن ها به نسبت باقی ناحیه ها کمتر است. ناحیه ششم نیز دارای ویژگی هایی مانند ناحیه پنجم است با این تفاوت که یک ساختمان بسیار بزرگ در آن آتش گرفته است. این ساختمان بسیار بزرگ که در حال سوختن است دمای شهر در آن نقطه از شهر را به صورت واضحی افزایش می دهد و باعث می شود تا الگوریتم تصمیم گیری عامل ها از منظر دمای شهر نیز تست شود. این ناحیه نیز به مرکز شهروندان موجود در نقشه به اندازه کافی دور است.



شکل ۹: نقشه ناحیه آتش پنجم (سمت راست) و ششم (سمت چپ)



1. دقت شود که در تصویری که نشان داده شده است مساحت طبقه اول ساختمان ها نشان داده است در صورتی که ساختمان ها دارای طبقات مختلف هستند و مساحت کل آنها برابر ضرب مساحت طبقه اول در تعداد طبقات آنها است. علی رغم این که ساختمان های موجود در ناحیه سوم دارای تعداد کم و مساحت زیربنای کمی هستند اما با توجه به تعداد زیاد طبقات آنها مساحت قابل توجهی به نسبت باقی ناحیه ها دارند.

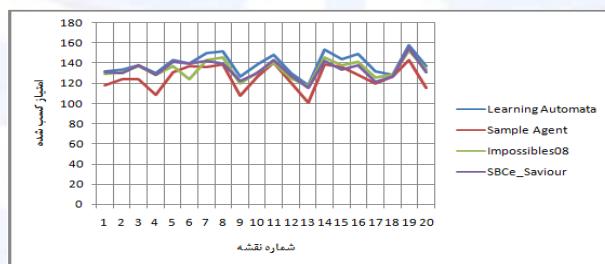
در نقشه طراحی شده تعداد ۱۱۰ شهروند به صورت پراکنده و با چگالی‌های مختلف در هر منطقه قرار داده شده‌اند. این تقسیم‌بندی و پخش به‌گونه‌ای بوده است تا مرکز شهروندان به آتش در ناحیه اول نزدیک باشد. تعداد شهروندان نیز به گونه‌ای است که اگر عامل‌های آتش-نشان به درستی کار خود را انجام دهند و همچنین عامل‌های آمولانس با کارکرد نسبتاً خوب به سیستم متصل شوند موفق خواهند شد تا درصد قابل توجهی از شهروندان را از مرگ نجات دهند. با توجه به توضیحاتی که در مورد جامع بودن نقشه و تست الگوریتم آتش‌نشان‌ها عنوان شد در این نقشه هیچ مسیری به دلیل وجود آوار بسته نشده است. این تغییر پیکربندی در سیستم شبیه‌سازی امداد و نجات به این دلیل انجام شده است تا روش کار عامل‌های پلیس بر روی کارایی عامل‌های آتش‌نشان تاثیر نگذارد و فقط و فقط کارایی عامل‌های آتش‌نشان سنجیده شود.

در مجموع تعداد ساختمان‌هایی که در نقشه وجود دارند نزدیک به ۹۰۰ عدد بوده و در صورتی که عامل‌ها هیچ عملی در محیط انجام ندهند قریب به ۷۰۰ ساختمان به صورت کامل در آتش خواهند سوخت. همچنین تعداد سیکل‌های شبیه‌سازی برای این نقشه ۳۰۰ سیکل فرض شده است. با توجه به توضیحاتی که در بالا آورده شد نقشه طراحی شده در این قسمت دارای ویژگی‌هایی است که به درستی پارامترهای موجود برای تصمیم‌گیری عامل آتش‌نشان را تست می‌کند. اگرچه نقشه‌های بسیار متنوعی می‌توان برای محیط شبیه‌سازی امداد و نجات به وجود آورد اما از منظر کارایی عامل‌های آتش‌نشان تمامی نقشه‌های موجود زیرمجموعه‌ای از این نقشه استاندارد می‌باشند.

۲-۵ - نتایج به دست آمده از شبیه‌سازی

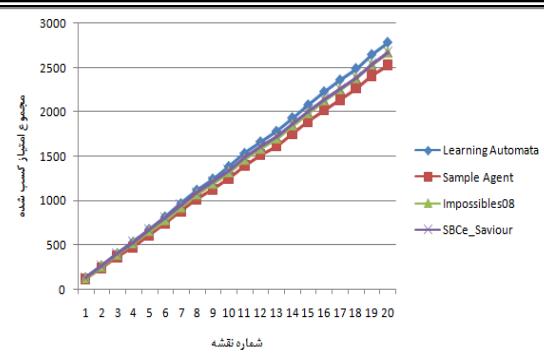
برای ارزیابی روش پیشنهادی نتایج بدست آمده از ۲۰ بار اجرای عامل‌های مختلف در ۲۰ نقشه موجود در مقایسه با الگوریتم‌های موجود (۱) الگوریتم پایه (۲) الگوریتم دانشگاه صنعتی شریف تحت نام Impossible08 بر پایه [۸] (۳) الگوریتم دانشگاه شهید بهشتی [۶] تحت نام SBC_Savior مورد بررسی قرار گرفته‌اند. شکل ۱۰ و ۱۱ نشان‌دهنده نتایج بدست آمده توسط ۴ نوع عامل مختلف در ۲۰ نقشه طراحی شده را نشان می‌دهد.

شکل ۱۰: نمودار کارایی عامل‌ها در ۲۰ نقشه

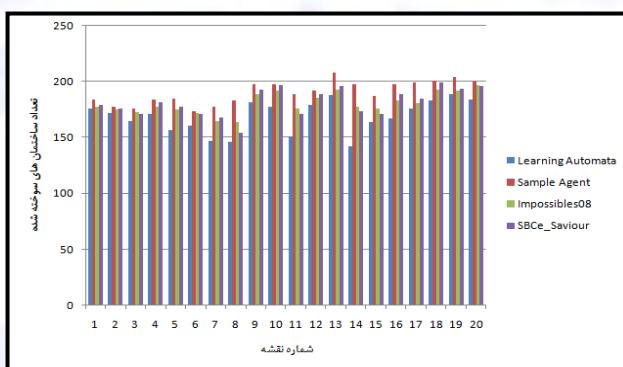


شکل ۱۱: نمودار دوم از کارایی عامل‌ها در ۲۰ نقشه

همانطور که در شکل‌های ۱۰ و ۱۱ مشخص است عامل‌های هوشمند در تمامی نقشه‌ها کارایی بهتری نسبت به باقی عامل‌ها داشته‌اند. شکل ۱۲ نشان‌دهنده امتیازات تجمعی کسب شده توسط هر نوع عامل است. در این نمودار نیز مشخص است که در مجموع ۲۰ نقشه، عامل‌های مجهر به اتوماتای یادگیر کارایی بهتری داشته‌اند. با توجه به نمودار ۱۲ عامل استاندارد در شبیه‌سازی امداد و نجات دارای بدترین کارایی در مجموع ۲۰ نقشه بوده است. این در حالی است که عاملهای Impossible08 و SBCe_Saviour بسیار نزدیک به هم کار کرده‌اند و عامل‌های مجهر به اتوماتای یادگیر به نسبت قابل توجهی بهتر کار کرده است. همانطور که انتظار می‌رفت پیاده‌سازی عامل‌های مجهر به اتوماتای یادگیر تصادفی پیشرفت قابل توجهی را در میزان کارایی این نوع عامل در محیط شبیه‌سازی امداد و نجات به وجود آورده است.

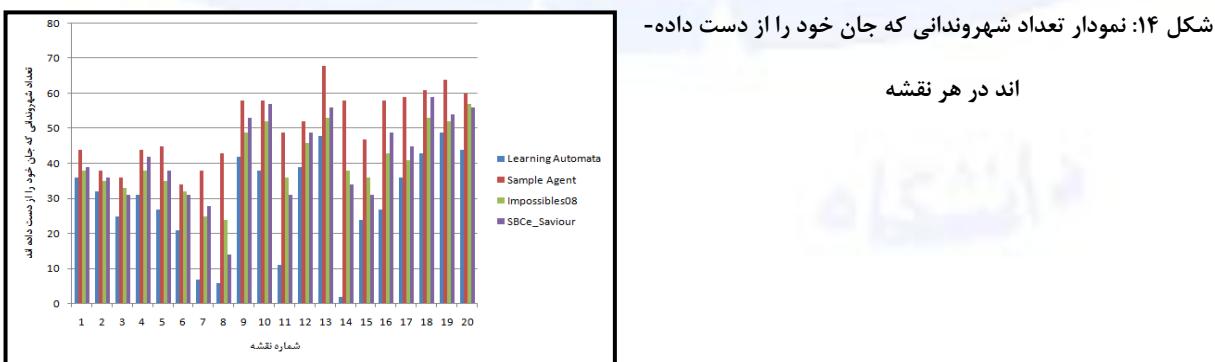


شکل ۱۲: نمودار تجمعی امتیازات کسب شده عامل



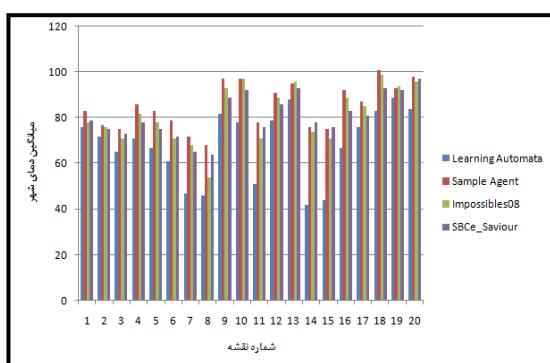
شکل ۱۳: نمودار تغییرات تعداد ساختمان های سوخته شده بر حسب نقشه

تا به اینجا تمامی مقایسه های انجام شده بر اساس معیار استاندارد ارزیابی که در محیط شبیه سازی امداد و نجات قرار دارد انجام شد. در ادامه سعی می شود تا اطلاعات و نمودارهایی که میزان پهلو را در پارامترهای مختلف موثر بر روی امتیاز نهایی نشان دهنده اند شوند. برای این منظور وضعیت ساختمان های سوخته شده به صورت کامل، تعداد شهر وندان کشته شده و میانگین دمای شهر گرفته اند. شکل های ۱۴، ۱۳ و ۱۵ به ترتیب نمودار وضعیت ساختمان های سوخته شده به صورت کامل، تعداد شهر وندان کشته شده و میانگین دمای شهر را بیان می کنند. همان طور که در شکل ۱۳ دیده می شود، مشخص است که عامل های استاندار پیاده شده در بسته شبیه سازی امداد و نجات همواره پایین ترین کیفیت را داشته اند. در مقابل عامل های هوشمند که از اتوماتیک یادگیر استفاده می کرده اند دارای کیفیت بهتری نسبت به باقی عامل ها بوده اند. عامل های تیم های Impossible08 و SBCe_Saviour نیز همواره با اختلاف مشخصی از عامل های هوشمند ضعیفتر بوده و بسیار نزدیک به هم کار کرده اند. شکل ۱۴ نشان دهنده تغییرات در تعداد شهر وندانی است که در هر نقشه جان خود را از دست داده اند.



شکل ۱۴: نمودار تعداد شهر وندانی که جان خود را از دست داده-

اند در هر نقشه



شکل ۱۵: نمودار تغییرات میانگین دمای شهر در هر نقشه

شکل ۱۵ نشان‌دهنده تغییرات در میانگین کل دمای شهر را بر اساس هر نقشه نشان می‌دهد. در این تصویر نیز منطق براحتی است که الگوریتمی که دارای کارایی بهتری است در مجموع دمای شهر را در اعداد پایین تری به نسبت باقی روش‌ها نگه دارد. این به این دلیل است که در صورتی که ساختمان‌های بیشتری اطلاعاتی حیرق شوند و این عمل با سرعت و سریع انجام شود میانگین دمای شهر نیز پایین خواهد ماند. همانطور که در تصاویر ۱۴ و ۱۵ مشخص است و همانطور که انتظار می‌رفت عامل‌های هوشمند همواره دارای کارایی بهتری بوده‌اند.

۶ نتیجه گیری

یکی از مباحث مهم در شبیه سازی امداد و نجات تصمیم گیری عامل‌های آتش نشان است که نقش مهمی در جلوگیری از گسترش آتش سوزی و نجات جان شهروندان دارد. عامل آتش‌نشان باید بتواند با توجه به شرایطی که در اطرافش قرار دارد به گونه‌ای عملیات نجات را انجام دهد تا کمترین خسارت به ساختمان‌های در حال سوختن وارد شود. در این مقاله روشی مبتنی بر آtomاتاهای یادگیر برای تصمیم گیری عامل‌های آتش نشان در محیط شبیه ساز امداد و نجات برای اولویت دهی اهداف ارائه گردید. برای بررسی میزان کارایی روش پیشنهادی، با الگوریتم‌های ارائه شده توسط عامل‌های هوشمند دیگر موجود در لیگ شبیه سازی امداد و نجات از مسابقات سالانه روبوکاپ مقایسه صورت گرفته است. آزمایشات انجام شده ناشی از شبیه سازی های مختلف بر روی نقشه‌های متفاوت نشان می‌دهند که روش پیشنهادی شده علاوه بر سادگی، از کارایی بالاتری در مقایسه با روش‌های موجود برخوردار است.



مراجع

- [1] Kitano H., Tadokoro S., Noda I., Takashi H., Shinjou A., Shirmada S.; "RoboCup-Rescue: Search and Rescue in Large Scale Disasters as a Domain for Autonomous Agents Research", IEEE Conference on Man, Systems, and Cybernetics, 1999.
- [2] Morimoto T.; "How to Develop a RoboCup Rescue Agent"; RoboCup Rescue Simulation Technical Committee, 2002.
- [3] S. Luke and L. Spector, Evolving teamwork and coordination with genetic programming," in Proceedings of the First Annual Conference on Genetic Programming. MIT Press, pp.150-156.1996.
- [4] J. K. Raphael Crawford-Marks, Lee Spector, Virtual witches and warlocks: A quidditch simu-lator and quidditch-playing teams coevolved via genetic programming," in Late Breaking Papers of the Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO-2004), 2004.
- [5] Aghazadeh O., Sharbafi M. A. and Haghigat A.T, Implementing Parametric Reinforcement Learning in Robocup Rescue Simulation, Lecture Notes in Computer Science, 2008, Volume 5001/2008,pp. 409-416.
- [6] Radmand, A., Nazemi, E., Goodarzi, M.: Integrated Genetic Algorithmic and Fuzzy Logic Approach for Decision Making of Police Force Agents in Rescue Simulation Environment. In RoboCup, pp. 288-295, 2009.
- [7] Narendra, K. S. and Thathachar, M. A. L., "Learning Automata: An Introduction", Prentice Hall, Inc., 1989.
- [8] M. A. L. Thathachar and Sastry, "Varieties of Learning Automata: An Overview", IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics-Part B: Cybernetics, vol. 32, no. 6, 711-722, 2002.
- [8] H. R. Vaezi Joze, K. Mokhtarian, N. Asadi, A. Kamali, H. Bokharaie, "Impossibles RoboCup 4-Legged Soccer Team Description Paper", International RoboCup 2007, Atlanta, USA, June2007.

1 Reward-Penalty

2 Reward-epsilon Penalty

3 Reward-Inaction

4 Dynamic Grouping

5 Kobe