

یک روش کارآ برای اولویت بندی اهداف عامل های پلیس

در سیستم شبیه ساز امداد با استفاده از اتوماتاهای یادگیر

مصطفی اصغری

دانشگاه آزاد اسلامی، میاندوآب، ایران

m_asghary86@yahoo.com

بهروز معصومی

دانشگاه آزاد اسلامی قزوین

دانشگاه آزاد علوم و تحقیقات تهران

bmasoumi@Qazviniau.ir

محمد رضا میبیدی

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات،

دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

mmezbodi@aut.ac.ir

چکیده: رباتکاپ تلاشی برای ساخت روباتهای هوشمند است به طوریکه بتوانند بدون کنترل انسان از عهده وظایفی که برای آنان تعیین شده است برآیند. پروژه شبیه ساز امداد به عنوان یکی از شاخه های رباتکاپ سعی در هوشمند کردن روباتهای امدادگر دارد. در سیستم شبیه ساز امداد، وقوع یک حادثه مخرب مانند زلزله شبیه سازی می شود. عامل های پلیس، آمبولانس و آتش نشان وظیفه باز کردن خیابان ها، امداد و نجات شهروندان و خاموش کردن آتش را بر عهده دارند. کارآیی عامل های آمبولانس و آتش نشان بستگی به این دارد که مسیرهای حرکت آنها تا چه حد توسط عامل های پلیس پاکسازی شده است. بنابراین کارآیی کل سیستم به صورت غیر مستقیم تحت تاثیر کارآیی عامل های پلیس قرار دارد. عامل های پلیس برای رسیدن به کارآیی مناسب نیاز به یک استراتژی مناسب دارند تا بر اساس آن اهداف خود را اولویت بندی کنند. در این مقاله، روشی مبتنی بر اتوماتاهای یادگیر برای اولویت بندی اهداف عامل های پلیس پیشنهاد میگردد. آزمایشات انجام شده نشان می دهند که روش پیشنهادی شده علاوه بر سادگی، از کارآیی بالاتری در مقایسه با روش های موجود بر خوردار است.

واژه های کلیدی: اولویت بندی اهداف، اتوماتای یادگیر، سیستم شبیه ساز امداد.

۱- مقدمه

شبیه ساز امداد یکی از شاخه های رباتکاپ می باشد که هدف از آن تربیت روباتهای امدادگر مجازی و هوشمند بوده بطوریکه بیشتر ویژگیهای سیستمهای واقعی از جمله پیچیدگی بسیار زیاد محیط، غیرقطعی بودن محیط، زمان واقعی بودن در این سیستم نیز گنجانده شده است [۱ و ۳]. در این سیستم رویداد یک حادثه مخرب مانند زلزله شبیه سازی می شود و در اثر آن ساختمان ها آتش می گیرند و یا فرو می ریزند، خیابانها بسته می شوند، شهروندان زیر آوار می مانند. برای مقابله با اثرات مخرب حادثه، عامل هایی در این سیستم وجود دارند که هر کدام وظیفه خاصی دارند. عامل های پلیس آوارها را پاک نموده و خیابانهای مسدود شده در اثر آوار را باز می کنند، آتش نشان ها آتش را خاموش می کنند و آمبولانس ها شهروندان مصدوم را به پناهگاه حمل می کنند. پس از پایان شبیه سازی، عملکرد عامل های فعال در محیط در قالب امتیاز ارزیابی می شود. امتیازی که به عملکرد عامل ها داده می شود بر اساس این است که چند درصد از ساختمان ها

از صدمه آتش دور مانده اند، چه تعداد از شهروندان زنده مانده اند و وضعیت سلامت شهروندان بازمانده به چه صورت است. ملاحظه می شود که موارد دخیل در کسب امتیاز، مستقیماً با وظایف عامل های آتش نشان و آمبولانس در ارتباط است و عامل های پلیس نقش مستقیمی در کسب امتیاز ندارند. از طرفی عملکرد مناسب عامل های آتش نشان و آمبولانس بستگی به عملکرد عامل های پلیس دارد. اگر عامل های پلیس نتوانند خیابانهای مسدود شده را در موقع مناسب پاک کنند آتش نشان ها و آمبولانس ها در حرکت به سمت اهداف خود با مشکل مواجه خواهند شد و این باعث خواهد شد امتیاز نهایی کسب شده پایین باشد. بنابراین کارآیی کلی سیستم به صورت غیر مستقیم تحت تاثیر کارآیی عامل های پلیس قرار دارد. عامل های پلیس برای رسیدن به کارآیی مناسب نیاز به یک استراتژی مناسب دارند تا بر اساس آن اهداف خود را اولویت بندی کنند. عامل های پلیس برای هر یک از راهها عددی را به عنوان اولویت محاسبه می کنند. راهی که از اولویت بالایی برخوردار باشد زودتر توسط عامل پلیس پاکسازی می شود. تیم های مختلف برای محاسبه اولویت خیابانها برای پاکسازی، پارامترهایی را در نظر می گیرند که مجموع مقادیر پارامترها در هر خیابان به عنوان اولویت آن خیابان شناخته می شود. پارامترهای استفاده شده، از روشی به روش دیگر متفاوت است. برای بیان اهمیت نسبی یک پارامتر در مجموعه پارامترها، برای هر کدام از آنها ضریبی قرار می دهند و اهمیت نسبی هر پارامتر با مقدار ضریب آن تنظیم می شود. تیم های مختلف، از راه حل های مختلف برای تنظیم ضرایب پارامترها و اولویت بندی اهداف عامل ها استفاده کرده اند. از بین راه حل های استفاده شده، راه حل هایی کارآیی مناسب نشان می دهند که نوعی یادگیری در آنها وجود دارد. استفاده از اتوماتای یادگیر در محیطهای رباتکاپ اولین بار در [۴] مطرح گردید. در این مقاله برای اولویت بندی اهداف عامل های پلیس راه حل ساده ای با استفاده از اتوماتای یادگیر پیشنهاد شده است. اتوماتای یادگیر ضرایب پارامترها را طوری تنظیم می کند که عامل ها بتوانند امتیاز بیشتری را کسب کنند. پارامترهای استفاده شده و نحوه محاسبه آن نسبت به روشهایی است که تیم های دیگر استفاده کرده اند متفاوت است. ادامه مقاله بدین صورت سازماندهی شده است. ابتدا در بخش ۲ اتوماتاهای یادگیر به اختصار

از الگوریتمهای یادگیری خطی برای اتوماتای یادگیر با ساختار متغییر است.

الف- پاسخ مطلوب

$$\begin{aligned} p_i(n+1) &= p_i(n) + a[1 - p_i(n)] \\ p_j(n+1) &= (1-a)p_j(n) \quad \forall j \neq i \end{aligned} \quad (1)$$

ب- پاسخ نامطلوب

$$\begin{aligned} p_i(n+1) &= (1-b)p_i(n) \\ p_j(n+1) &= \frac{b}{r-1} + (1-b)p_j(n) \quad \forall j \neq i \end{aligned} \quad (2)$$

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. زمانی که a و b با هم برابر باشند، الگوریتم را L_{RP} ^۲ می نامیم. زمانی که b از a خیلی کوچکتر باشد، الگوریتم را L_{REP} ^۳ می نامیم. زمانی که b مساوی صفر باشد، الگوریتم را L_{RI} ^۴ می نامیم. برای اطلاعات بیشتر در باره اتوماتاهای یادگیر با ساختار متغییر و اتوماتاهای یادگیر با ساختار ثابت می توان به [۶] مراجعه کرد.

۳- راه حل پیشنهادی

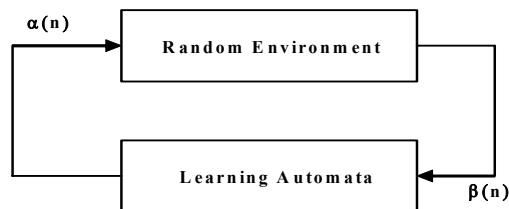
عنوان در راه حل ارائه شده برای اولویت بندی اهداف عامل های پلیس، پارامترهای زیر در نظر گرفته شده اند: ۱- تعداد عامل آمبولانس گیرافتاده در طول مسیر حرکت از مکان فعلی عامل پلیس به سمت خیابان هدف، ۲- تعداد عاملهای آتش نشان گیرافتاده در مسیر حرکت از مکان فعلی عامل پلیس به سمت خیابان هدف، ۳- تعداد شهروندان گیرافتاده در مسیر حرکت از مکان فعلی عامل پلیس به سمت خیابان هدف، ۴- فاصله عامل پلیس تا خیابان هدف، ۵- فاصله خیابان هدف با نزدیکترین پناهگاه، ۶- فاصله خیابان هدف با نزدیکترین ساختمان آتش گرفته، ۷- تعداد ورودی های ساختمان در مسیر حرکت به سمت خیابان هدف و ۸- اولویت استاتیک. پارامترهای ۱ و ۲ در مورد عامل های امداد و نجات می باشد که در محیط حادثه در اثر ریزش آوار و یا راه بندان گیر افتاده اند. منظور از عامل های این پارامتر، عامل های آتش نشان و آمبولانس می باشد. عامل گیر افتاده ای که نجات داده می شوند پس از نجات یافتن، به یاری مصدومین می پردازند.

مطابق پارامتر شماره ۳ عامل پلیس سعی می کند خیابانی را برای پاکسازی انتخاب کند که در مسیر حرکت به آن شهروندان بیشتری قرار گرفته اند. هدف از افزودن پارامتر ۴ این است که در صورت داشتن چندین هدف، طوری برنامه ریزی شود که از پیمودن مسافت های

شرح داده میشود. بخش ۳ به معرفی الگوریتم پیشنهادی می پردازد. در بخش ۴ مقایسه و نتیجه گیری است.

۲- اتوماتای یادگیر

اتوماتای یادگیر یک ماشین با حالات محدود است که میتواند تعداد محدودی عمل را انجام دهد. هر عمل انتخاب شده توسط محیطی احتمالی ارزیابی می گردد و پاسخی به اتوماتای یادگیر داده می شود. اتوماتای یادگیر از این پاسخ استفاده می نماید و عمل خود را برای مرحله بعد انتخاب می کند [۵]. در طی این فرایند، اتوماتای یادگیر یاد می گیرد که چگونه بهترین عمل را انتخاب نماید. شکل (۱) ارتباط بین اتوماتای یادگیر و محیط را نشان می دهد. محیط ۱ را می توان توسط سه تایی $E \equiv \{\alpha, \beta, c\}$ نشان داد که در آن $\alpha = \{\alpha_1, \dots, \alpha_r\}$ مجموعه ورودیها، $\beta = \{\beta_1, \dots, \beta_m\}$ مجموعه خروجیها و $c = \{c_1, \dots, c_r\}$ مجموعه احتمالات جریمه می باشد. هرگاه β مجموعه دو عضوی باشد محیط از نوع P می باشد. در چنین محیطی $\beta_1 = 1$ به عنوان جریمه و $\beta_2 = 0$ به عنوان پاداش در نظر گرفته می شود. در محیط Q ، $\beta(n)$ می تواند به طور گسسته 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. c_i احتمال اینکه عمل α_i نتیجه نا مطلوب داشته باشد، می باشد. در محیط ایستا مقادیر c_i بدون تغییر می مانند، حال آنکه در محیط غیر ایستا این مقادیر در طی زمان تغییر می کنند.



شکل ۱- ارتباط بین اتوماتای یادگیر و محیط

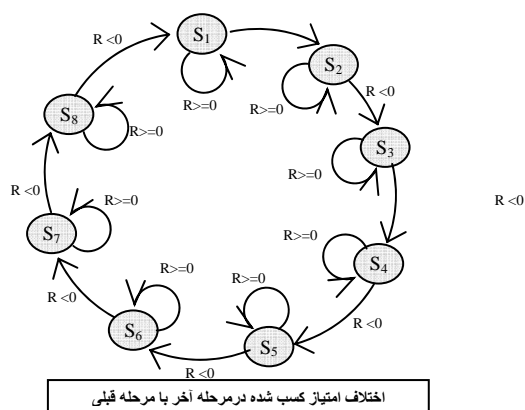
اتوماتاهای یادگیر به دو گروه با ساختار ثابت و با ساختار متغییر تقسیم بندی میگردند. اتوماتای یادگیر با ساختار متغییر توسط ۴ تایی $\{\alpha, \beta, p, T\}$ نشان داده می شود که در آن $\alpha \equiv \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_r\}$ مجموعه عمل های اتوماتا، $\beta \equiv \{\beta_1, \beta_2, \dots,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

² Reward-Penalty

³ Reward-epsilon Penalty

⁴ Reward-Inaction

در این رابطه k_i ضریب پارامتر و a_i مقدار پارامتر متناظر با i می باشد. در روش پیشنهادی، برای تنظیم ضرایب پارامترها به صورت زیر عمل می شود: هر عمل اتوماتای یادگیر متناظر با افزایش ضریب یکی از پارامترها فرض می شود. با توجه به پارامترهای بیان شده، اتوماتای یادگیر دارای ۸ عمل به برای افزایش ضریب پارامترهای ۱ تا ۸ می باشد. با توجه به موارد فوق، برای اتوماتا ۸ حالت S_1, S_2, \dots, S_8 در نظر گرفته می شود. شکل ۲ ساختار این اتوماتا را نشان می دهد.



شکل ۲- ساختار اتوماتای استفاده شده برای تنظیم ضرایب

در ابتدا ضرایب همه پارامترها برابر ۱ قرار داده شده و شبیه سازی با این مقادیر انجام می شود. اتوماتای یادگیر یکی از اعمال خود را انتخاب می کند (ضریب یکی از پارامترها را افزایش می دهد). موقعی که عملی برای اولین بار انتخاب می شود اتوماتای یادگیر ضریب پارامتر انتخاب شده را در ۱۰۰۰ ضرب می کند. شبیه سازی با مقدار جدید انجام می شود. اتوماتای یادگیر به ازای انجام عمل خود، واکنشی را از محیط دریافت می کند (واکنش محیط به صورت امتیاز بیان می شود) و با توجه به عکس العمل محیط به آخرین عمل انجام شده جریمه یا پاداش می دهد. اگر اتوماتای یادگیر عملی را انتخاب کند و عمل مورد نظر پاداش بگیرد در مرحله بعد همان عمل را مجدداً انتخاب خواهد کرد. این مرحله تا زمانی تکرار می شود که عمل انتخاب شده جریمه شود. در این صورت اتوماتای یادگیر پس از جریمه کردن عمل انجام شده به سراغ عمل بعدی رفته و مراحل بیان شده را در مورد آن انجام می دهد. این مراحل تا زمانی ادامه دارند که اتوماتای یادگیر تمام اعمال خود را انتخاب نموده و آنها را در محیط انجام داده و ارزیابی کرده باشد. در نتیجه فرآیند فوق، پارامترها بر اساس عکس العمل محیط جریمه و پاداش گرفته و بالانس می شوند. انتخاب عدد ۱۰۰۰ به عنوان پاداش اولیه برای یک عمل به این خاطر است که اتوماتا بتواند با سرعت مناسبی به سمت جواب همگرا شود. شبیه سازی و آزمایش با اعداد مختلف نیز موید این مطلب است. پارامترهای انتخاب شده نا همگون با یکدیگر بوده و دارای محدوده متفاوتی از مقادیر می باشند. به عنوان مثال در سیستم شبیه ساز امداد، تعداد آمبولانس ها مقداری بین ۰ و ۱۰ دارد در حالیکه فاصله عامل تا هدف مقداری بین ۰ و مثلاً

طولانی بی مورد جلوگیری شود. هر چه یک خیابان به پناهگاه نزدیکتر باشد اولویت بالاتری پیدا می کند. عامل های آمبولانس مصدومین را به پناهگاه حمل می کنند. عامل های آتش نشان اگر مصدوم شوند خودشان به پناهگاه مراجعه می کنند و مداوا و ترمیم می شوند، شهروندانی که در خیابان هستند و گیر نیفتاده اند خودشان به پناهگاه حرکت می کنند. این موارد باعث می شود که ترافیک در خیابان های اطراف پناهگاه بیشتر از خیابان هایی باشد که در فاصله دورتری از پناهگاه قرار گرفته اند. اگر چنین خیابان هایی زودتر پاکسازی شوند انتقال مصدومین به پناهگاه سریعتر انجام خواهد شد. پارامتر شماره ۵ اهمیت این مورد را بیان می کند.

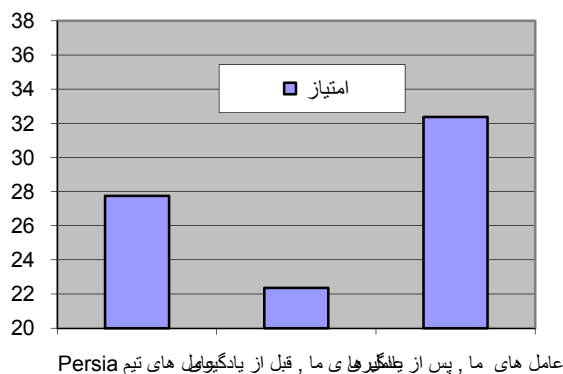
پارامتر شماره ۶ اهمیت خیابان های اطراف ساختمانهای آتش گرفته را بیان می کند. اگر خیابان های اطراف ساختمان های آتش گرفته زودتر پاکسازی شوند عامل های آتش نشان می توانند به راحتی در آنها تردد نموده و به خاموش کردن آتش بپردازند و از انتشار آتش به ساختمان های دیگر جلوگیری کنند. آمبولانس ها نیز می توانند شهروندان مورد تهدید آتش را نجات دهند. هر چه تعداد ساختمان های مسکونی در یک خیابان بیشتر باشد آن خیابان اولویت بیشتری برای بازشدن خواهد داشت. آمبولانس ها پس از پاسخ دادن به درخواست ها و پیغام های رسیده برای نجات شهروندان، به جستجوی خانه به خانه می پردازند. عامل های دیگر نیز در بعضی شرایط باید به داخل ساختمان وارد شوند. ورود به ساختمان ها از طریق ورودی آنها انجام می شود. بنابراین هرچه در مسیر حرکت به یک هدف، ورودی های ساختمان بیشتری وجود داشته باشد اولویت آن هدف بیشتر می شود. پارامتر شماره ۷ برای بیان اهمیت این مورد در نظر گرفته شده است.

در بعضی از شهر ها ارتباط بعضی از مناطق یا محلات با سایر قسمت های شهر فقط از طریق تعداد معدودی از راهها امکان پذیر است که این راهها به عنوان گلوگاه برای آن منطقه می باشد. در صورت بسته بودن این قبیل راهها تمام ساکنان آن منطقه در معرض خطر خواهند بود. برای مثال پلی که ارتباط دو طرف یک شهر را با یکدیگر برقرار می کند نمونه ای از این موارد است. با محاسبه اولویت استاتیک که پارامتر شماره ۸ آن را بیان می کند، گلوگاهها اولویت بیشتری پیدا می کنند.

همچنانکه در بخش های قبلی نیز بیان شد هر یک از خیابان ها دارای مقداری برای هر کدام از پارامترهای استفاده شده دارند. در این روش، علاوه بر مقادیر پارامتر ها، به هر پارامتر ضریبی اضافه می شود. ضریب اضافه شده، اهمیت نسبی هر پارامتر را در مجموعه پارامترها نشان می دهد. پس از مشخص شدن مقادیر پارامترهای بیان شده برای هر هدف، اولویت نهایی هر هدف مطابق رابطه (۳) محاسبه می

$$p = \sum_{i=1}^n k_i a_i \quad \text{شود:} \quad (3)$$

یادگیری به عامل های پلیس اضافه شده است. موارد مربوط به عامل های آمبولانس و آتش نشان و سایر موارد در تیم Persia و تیم پیاده سازی شده دقیقاً یکسان است. عامل های پلیس Persia نیز خودشان از یادگیری برای اولویت بندی اهداف استفاده می کنند. برای ارزیابی عامل های پیاده سازی شده، آنها را با عامل های تیم Persia مقایسه کرده ایم. شکل ۴ این مقایسه را نشان می دهد.



شکل ۴- مقایسه عملکرد عامل های پیاده سازی شده با عامل های تیم Persia

با توجه به شکل ۴ و اینکه تفاوت تیم Persia و عامل های پیاده سازی شده فقط در عامل های پلیس است و عامل های آمبولانس و آتش نشان در هر دو تیم یکسان است مشاهده می شود که روش پیشنهاد شده در این مقاله، علاوه بر برخورداری از سادگی، از نظر عملکرد و امتیاز کسب شده نیز بهتر از روش های مشابه عمل می کند.

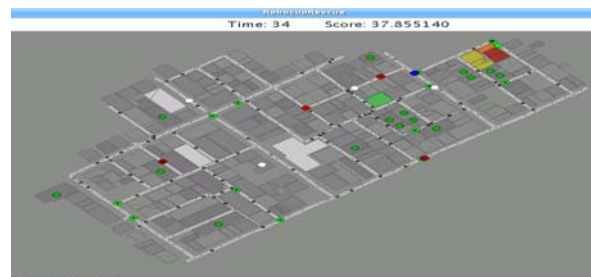
مراجع

- [1] Post, S. B. M. and Fassaert, M. L., "A communication and Coordination Model for 'RoboCupRescue' agents", M. Sc. thesis, Department of Computer Science, University of Amsterdam, 2004.
- [2] RoboCupRescue Official Site, <http://robomec.cs.kobe-u.ac.jp/robocup-rescue/>.
- [3] Morimoto, T., "How to Develop a RoboCupRescue Agent for RoboCupRescue Simulation System", version 0, 1st Edition.
- [4] Khojasteh M. R., "Cooperation in Multi-agent Systems using Learning Automata", M. Sc. thesis, Computer Engineering Faculty, Amirkabir University of Technology, May 2002.
- [5] Narendra, K. S. and Thathachar, M. A. L., "Learning Automata: An Introduction", Prentice Hall, Inc., 1989.
- [6] Thathachar, M.A.L and Sastry, P.S. "Varieties of Learning Automata: An Overview", IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics-Part B: Cybernetics, Vol. 32, No. pp. 6, 711-722, 2002.
- [7] Khojasteh, M. R., Kazimi A. and Ghaseminik Z., "Persia 2006, Towards a Full Learning Automata-Based Cooperative Team", Team Description Paper, 2006.

۵۰۰۰۰۰ دارد. انتخاب مقادیر بزرگتر باعث می شود مقادیر نهایی پارامترها دارای اختلاف کمی از یکدیگر باشند. یکی از نکات جالبی که استفاده از این روش دارد این است که اتوماتای یادگیر هر پارامتری را که انتخاب می کند ضریب آن را طوری تنظیم می کند که مقادیر تمام پارامترها در یک محدوده نزدیک به هم قرار گیرند و اختلاف بین مقادیر آنها حداقل گردد.

۴- مقایسه و نتیجه گیری

در این مقاله، برای پیاده سازی عامل های پلیس از کد عامل های تیم Persia به عنوان کد پایه استفاده شده است. در تمام شبیه سازی های استفاده شده، برای عامل های آمبولانس و آتش نشان از عامل های آمبولانس و آتش نشان تیم Persia استفاده شده است [۷]. گرافی که برای شبیه سازی استفاده شده است بخشی از گراف مربوط به شهر Kobe می باشد. در سناریوی طراحی شده برای شبیه سازی، یک مرکز پلیس، یک عامل نیروی پلیس، یک ایستگاه آتش نشانی، ۴ عامل آتش نشان، یک مرکز آمبولانس، ۴ عامل آمبولانس و ۲۸ عامل شهروند در نظر گرفته شده است. در این سناریو، عامل ها در مناطق مختلف پراکنده بوده و برای حرکت به سمت اهداف خود با مانع روبرو هستند، راههای اطراف پناهگاه، راههای اطراف مناطق آتش گرفته و بسیاری از راههای اصلی در اثر ریزش آوار مسدود شده اند. آتش به سمت مناطق پرجمعیت در حال انتشار است، اگر شهروندان مصدوم زودتر نجات داده نشوند خواهند مرد. بعضی از نقاط شهر به عنوان نمونه ای از نقاط پرجمعیت در نظر گرفته شده اند (مانند مکانهای عمومی و مدارس که جمعیت بیشتری دارند). با توجه به موارد بیان شده می توان گفت که از یک سناریوی مشکل برای شبیه سازی استفاده شده است. شکل ۳ تصویری از سناریوی استفاده شده را نشان می دهد.



شکل ۳- تصویری از سناریوی استفاده شده

اتوماتای یادگیر ضرایب پارامترها را با توجه به اهمیت نسبی آنها تنظیم می کند. جداول ۱ و ۲ اولویت نهایی خیابانها را به عنوان نمونه برای ۱۰ خیابان که به تصادف انتخاب شده اند به ترتیب قبل از تنظیم ضرایب و پس از تنظیم ضرایب نشان می دهند.

چنانکه قبلاً نیز بیان شد برای تست و پیاده سازی اولویت بندی اهداف در عامل های پلیس، از عامل های تیم Persia استفاده شده است و فقط کد مربوط به عامل های پلیس در تیم Persia تغییر داده شده و

جدول ۱- نمونه ای از مقادیر پارامترها قبل از تنظیم شدن

ردیف	تعداد آمبولانس های گیر افتاده در مسیر حرکت	تعداد آتش نشان های گیر افتاده در مسیر حرکت	تعداد شهروندان در مسیر حرکت به خیابان	تعداد ورودی های ساختمان در مسیر	فاصله عامل پلیس تا خیابان	فاصله خیابان تا نزدیکترین پناهگاه	خیابان تا نزدیکترین محل آتش گرفته	اولویت استاتیک	مجموع (اولویت نهایی)
۱	۰	۰	۰	۰	۱۶۵۸۵	۳۳۳۶۱۹	۲۵۰۶۵۱	۷۴۸	۶۰۱۶۰۳
۲	۰	۰	۰	۴	۸۰۳۷۴	۲۵۶۸۵۸	۲۰۱۲۹۱	۱۸۷۶	۵۴۰۴۰۳
۳	۰	۰	۲	۴۰	۱۲۵۸۱۸۲۰۳	۱۴۲۹۹۷	۱۵۵۴۱۲	۴۱۲	۵۸۳۶۴۳
۴	۱	۲	۱	۳۴	۳۸۲۱۶۲	۸۰۲۶۷	۴۵۵۱۳۰۲	۴۲۴۲	۵۱۲۲۲۲
۵	۱	۱	۱	۳۰	۳۴۱۵۲۳	۴۲۸۸۴	۹۲۳۶۳۰۶	۴۲۳۶	۴۸۱۰۴۰
۶	۲	۰	۳	۵۰	۳۳۸۷۴۱	۴۸۴۱	۷۴۶۱۷۰۲	۶۰۳۸	۴۲۴۲۹۲
۷	۲	۲	۴	۵۵	۴۱۶۳۵۵	۱۱۴۳۸۶	۷۶۷۲۰۱۹	۴۰۴۲	۵۴۲۵۱۸
۸	۱	۱	۱	۱۹	۲۱۷۸۶۷	۱۶۶۲۳۰	۱۵۰۴۴۵	۱۰۰۱۴	۵۴۴۵۷۸
۹	۱	۰	۳	۴۴	۳۶۲۸۴۲	۱۰۷۵۹۵	۱۳۱۹۴۳	۲۹۷۸	۶۰۵۴۰۶
۱۰	۰	۰	۰	۴	۹۷۷۵۲	۲۳۹۲۰۰	۱۹۹۸۴۴	۳۱۵۲	۵۳۹۹۵۲

جدول ۲- مقادیر پارامترها پس از تنظیم شدن توسط اتوماتای یادگیر برای ۱۰ خیابان

۱	۸۵۳۰۶۱۵	۹۸۴	۰	۱۱	-۶۵۰۷۹۵۱	۴۰۶۲۳۱۱	-۴۱۰۱۷۷۶	۰۰۰۱۴۹۶	۱۷۴۶۰۴۱۵۰۱
۲	۸۵۳۰۶۱۵	۹۸۴	۱۱۳۲۰۹۸	۲۳	-۶۸۰۸۹۵۸	۵۰۷۸۳۰۶	-۴۸۰۴۲۸۸	۰۰۳۷۵۲	۲۸۸۲۰۴۲۸۶۶
۳	۰	۹۸۴	۰	۲۳	-۳۲۰۴۶۸۵	۴۰۹۷۸۳۷	-۲۴۰۲۰۸۹	۰۰۰۸۲۴	۹۲۸۰۱۴۷
۴	۸۵۳۰۶۱۵	۹۸۴	۰	۱۳	-۶۳۰۰۲۲۱	۳۰۷۷۰۰۵	-۳۸۰۲۷۷۷	۰۰۸۴۸۴	۱۷۵۴۰۷۴۸۹
۵	۰	۹۸۴	۰	۱۲	-۲۹۰۳۲۹۵	۱۰۴۵۹۳۲	-۱۷۰۹۸۴۹	۰۰۸۴۷۲	۹۳۷۰۵۳۳۲
۶	۸۵۳۰۶۱۵	۹۸۴	۵۶۶۴۰۹۱	۱۱	-۶۴۰۴۹۰۸	۱۰۰۰۴۳۷	-۵۲۰۳۱۴۳	۱۰۲۰۷۶	۷۳۹۸۰۹۳۱۹۷
۷	۰	۹۸۴	۷۹۳۰۰۸۷	۲۷	-۳۰۰۶۵۶۸	۶۰۱۹۹۰۱	-۱۷۰۱۷۹۵	۰۰۸۰۸۴	۸۹۰۱۰۰۴۷۴۱
۸	۸۵۳۰۶۱۵	۹۸۴	۰	۱۸	-۷۹۰۲۸۸۴	۲۰۳۰۴۶	۵۱۰۴۴۳۵	۲۰۰۰۲۸	۱۷۲۸۰۹۱۳۲۶
۹	۰	۰	۰	۲۹	-۲۲۰۷۹۸۶	۷۰۳۳۰۹۱	-۱۰۰۹۶۰۱	۰۰۵۹۵۶	۳۰۱۶۷۸۱
۱۰	۸۵۳۰۶۱۵	۹۸۴	۱۱۳۲۰۹۸	۰	-۷۳۰۹۳۱۲	۹۸۰۵۵۲۸	-۴۱۰۶۲۴۵	۰۰۶۳۰۴	۲۸۵۵۰۶۷۰۴