

مدل سازی عامل محور برای بهبود بهره‌وری در برنامه‌ریزی پروژه‌ی ساخت با تداخل عبور برای حمل تجهیزات

ساناز یونسی^{۱*}، دکتر مهدی حسینیان^۲، دکتر صالح رازینی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی عمران، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

^۲ استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

^۳ استادیار گروه مهندسی برق، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

پست الکترونیک: sayoun9618@gmail.com

چکیده

بهره‌وری یکی از مهم ترین عوامل اثرگذار روی عملکرد پروژه‌های ساخت می‌باشد که تأثیر زیادی بر زمان و هزینه‌ی این پروژه‌ها دارد. شناسایی، طبقه بندی و به‌کارگیری اقدامات لازم در جهت بهبود فاکتورهای مؤثر بر بهره‌وری عامل، منجر به صرفه جویی‌های زیادی از حیث منابع استفاده شده در پروژه و بهبود عملکرد پروژه از لحاظ اهداف مختلف زمانی، هزینه‌ای و کیفی می‌شود. رفت و آمد تجهیزات ساخت و تداخل عبور حاصل از آن در کارگاه ساخت بر بهره‌وری کار اثر می‌گذارد؛ بنابراین کشف روش‌هایی مانند روش یادگیری تقویتی که بتواند منجر به بهبود بهره‌وری شود، ضرورت می‌یابد. هدف این مطالعه بررسی ارائه‌ی مدلی با استفاده از تئوری یادگیری تقویتی برای مدیریت عملکرد عامل در پروژه‌های ساخت است.

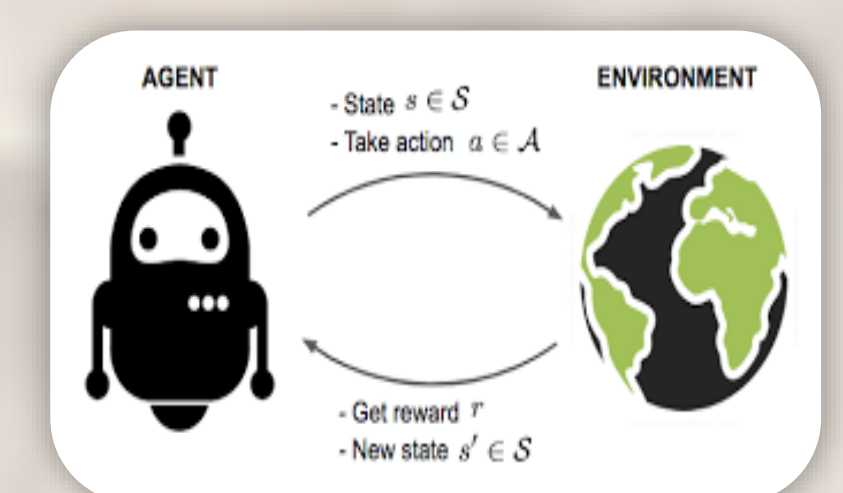
کلمات کلیدی: بهره‌وری، عامل هوشمند، تداخل عبور، کارگاه ساخت، یادگیری تقویتی

مقدمه

با بهبود بهره‌وری در یک پروژه‌ی ساخت می‌توان عملکرد آن پروژه را از جهت اهداف مختلف زمانی، هزینه‌ای و کیفی بهبود بخشید [۱]. در سال‌های اخیر به دلیل پیچیدگی محاسباتی و زمان‌بر بودن روش‌های سنتی تمایل به استفاده از راهکارهای هوش مصنوعی در محققان دیده می‌شود. در این میان الگوریتم‌های یادگیری تقویتی کارآیی چشم‌گیری در حل این مسائل دارند. گام‌های اصلی در استفاده از الگوریتم یادگیری تقویتی، طراحی حالات و تابع پاداش مناسب است که در محیط‌های ناشناخته از حساسیت خاصی برخوردار است. شاید یک دلیل این باشد که کیفیت نتایج در یادگیری تقویتی وابسته به تابع پاداش محیط است [۲]. در این تحقیق مدلی مبتنی بر یادگیری تقویتی جهت بهبود بهره‌وری عامل در پروژه‌ی ساخت به عنوان یک محیط ناشناخته با کد نویسی در نرم افزار MATLAB پیشنهاد شده است. معمولاً عامل دائماً سه عمل ۱ - درک شرایط پویای محیط؛ ۲ - فعالیت، جهت تأثیرگذاری بر محیط و ۳ - استنتاج به منظور تعبیر یافته‌ها، حل مسائل، حصول منتجات و مشخص کردن فعالیت‌ها را تکرار می‌کند. در کنار این، عامل باید در فرآیند انتخاب کنش، استنتاج کند [۳]. شکل های ۱- الف و ۱- ب نمایی از روند کار را در الگوریتم یادگیری تقویتی نشان می‌دهند.



شکل ۱- ب - نمایش الگوریتم یادگیری تقویتی



شکل ۱- الف - نمایش الگوریتم یادگیری تقویتی

نتیجه گیری

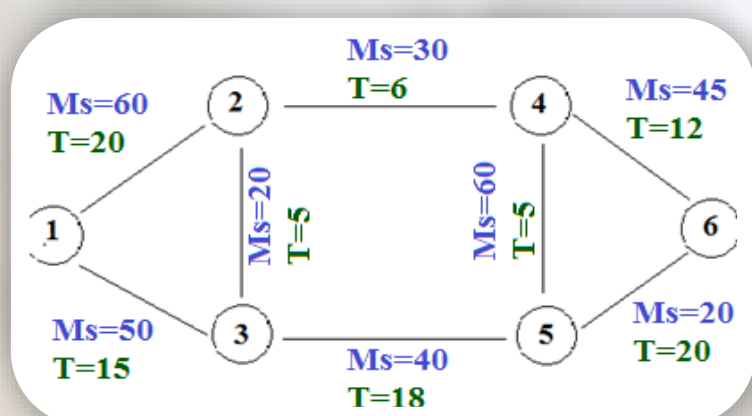
نتایج حاصل از حل دستی و حل نرم افزاری هر دو حاکی از آن است که مسیر ۱ 2 4 6 با کمترین زمان سپری شده ($tt=0.39h$) نسبت به سایر مسیرها به عنوان مسیر بهینه انتخاب شود. تطابق نتایج صحت مدل را نشان می‌دهد. با افزایش بازامترهایی مثل هزینه، سوخت، تغییر پارامترها مثل متغیر بودن مسافت در هر سفر و در نظر گرفتن رویکرد های خارجی مثل اثر شرایط جوی یا خستگی راننده مدل پیشنهادی قابلیت توسعه در کارهای آتی را خواهد داشت. در نهایت انتظار می‌رود نتایج این مطالعه بر سطح کاری مهندسان کمک کرده تا تأثیر رفت و آمد ترافیکی را در برنامه‌ریزی ساخت ارزیابی کنند.

منابع

- [۱] خانزادی، م.، نصیرزاده، ف. و میر، م. شبیه سازی بهره‌وری با استفاده از یکپارچه سازی رویکردهای شبیه سازی پویایی سیستم و مدل سازی عامل محور. مهندسی عمران. در حال انتشار.
- [۲] غفوری زاده، ج. بهبود ناوبری ربات سیار در محیط‌های پویا مبتنی بر یادگیری تقویتی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان. اصفهان. ۱۳۹۵.
- [3] Hayes-Roth B. An architecture for adaptive intelligent systems. *Journal of Artificial Intelligence: Special Issue on Agents and Interactivity*. 1995;72: 329-365.
- [4] Treiber M, Hennecke A and Helbing D. Congested traffic states in empirical observations and microscopic simulations. *Journal of Physical Review E*. 2000;62:1805-1824.
- [5] Watkins M, Mukherjee A, Onder N and Mattila K. Using agent-based modeling to study construction labor productivity as an emergent property of individual and crew interactions. *Journal of Construction Engineering Management*. 2009;135(7):657-667.
- [6] Kim K and Kim KJ. Multi-agent-based simulation system for construction operations with congested flows. *Journal of Automation in Construction*. 2010;19:867-874.

مدلسازی

ارائه‌ی یک مدل بر مبنای تئوری یادگیری تقویتی برای بهبود بهره‌وری عامل در پروژه‌های ساخت با تداخل فضای کاری ممکن است. با این فرض که مدل، عاملی را توصیف می‌کند که می‌تواند طی آموزش بدون نظارت (تجربه کردن) و تعامل با یک محیط ناشناخته یاد بگیرد. عامل می‌تواند فعالیت کند در حالیکه هیچ دانشی از محیط ندارد و همچنین نمی‌داند که چه ترتیبی از فعالیت‌ها او را به سمت هدف هدایت می‌کند. در مدل پیشنهادی کامیون به عنوان عاملی مدل شده که قصد دارد از بین مسیرهای مختلف بین مبدا و مقصد با توجه به پاداش و یا تنبیه دریافت شده از محیط، برای جابجایی تجهیزات ساخت مسیری را انتخاب کند که بهترین نتیجه را در بهره‌وری در پی داشته باشد. در شکل (۲) فعالیت های موجود در محیط و ارتباط آنها با یکدیگر نمایش داده شده است. شکل شامل ۶ ایستگاه و ۸ مسیر است. بین هر دو ایستگاه یک سفر انجام می‌شود و به هر سفر یک فاکتور بیشینه سرعت و یک فاکتور ترافیک اختصاص داده می‌شود. کد نوشته شده در نرم افزار MATLAB شامل نکات زیر است.



شکل ۲ - نمایش ارتباط فعالیت‌ها با یکدیگر و با محیط

$$S_{ij} = f(\text{Traffic}, \text{Max speed})$$

$$t_{ij} = \frac{D_{ij}}{S_{ij}}$$

$$tt = \sum t_{ij}$$

با در نظر گرفتن محدودیت‌هایی از مقادیر حداقل و حداکثر دو فاکتور سرعت و ترافیک، فرمول سرعت (S_{ij}) برای هر سفر که تابعی (f) از بیشینه سرعت (Ms) و ترافیک (T) است، استخراج می‌شود. با فرض اینکه مسافت طی شده (D_{ij}) در همه‌ی سفرها مشابه است، زمان هر سفر (t_{ij}) طبق فرمول محاسبه می‌شود. درگام آخر نرم افزار با جمع زمان سفرهای موجود در هر مسیر زمان کل (tt) را برای هر مسیر نشان می‌دهد. طبق الگوریتم یادگیری تقویتی از بین ۸ مسیر موجود مسیری که بیشترین پاداش را دریافت می‌کند، به عنوان مسیر بهینه (مسیر با کمترین زمان سپری شده) انتخاب می‌گردد. به منظور تأیید مدل ارائه شده، در قالب یک مثال دستی مطابق با فرمول‌های ارائه شده تمام مسیرهای موجود بررسی شده که نتایج حاصل از هر دو روش با هم مطابقت دارد.

سابقه انجام پژوهش

به منظور افزایش بهره‌وری عامل تحقیقاتی انجام گرفته است. به‌طور مثال، تریبیر و همکاران در پژوهشی در سال ۲۰۰۰، یک مدل جامع تک خطی برای راننده‌ی هوشمند جهت بهبود بهره‌وری با استفاده از شبیه‌سازی ریزساختاری رفتار راننده به منظور کنترل شتاب و سرعت ارائه کردند [۴]. مدل سازی مبتنی بر عامل یکی از روش‌های مؤثر در تصمیم‌گیری هوشمند است که می‌تواند در پروژه‌های ساخت کاربرد زیادی داشته باشد. در این راستا واتکین و همکاران نگاهی بر مدل سازی مبتنی بر عامل در پروژه‌های ساخت به منظور برنامه‌ریزی کارآمد، تخصیص فضا برای عوامل، تعامل عامل‌ها با یکدیگر و با محیط انداختند [۵]. رفت و آمد ترافیکی کارگاه از مسائلی است که روی بهره‌وری اثرگذار است. این موضوع در تحقیق کیم و کیم در سال ۲۰۱۰ بحث شده است. آن‌ها به شبیه‌سازی سیستم مبتنی بر عامل‌های چندگانه برای عملیات ساخت با رفت و آمد ترافیکی زیاد در کارگاه پرداختند. هدف ارزیابی ترافیک ناشی از حمل تجهیزات ساخت در محل کارگاه و تأثیر آن بر بهره‌وری و زمان برنامه‌ریزی بود [۶]. از مرور تحقیقات گذشته مطالعه‌ی روی تصمیم‌گیری هوشمند در شرایط تداخل فضایی مشاهده نشد. این تحقیق قسمتی از این کمبود را در علم بیان می‌کند.