

یک الگوریتم جدید برای همگرائی به اعمال عاقلانه و کاربرد آن برای تهییه منبع در محاسبات ابر

حسین مرشدلو^۱، محمدرضا میبدی^۲

^۱ دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، morshedlou@aut.ac.ir

^۲ دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، mmeybodi@aut.ac.ir

چکیده - در محیط‌های پویا و غیرقطعی، تصمیم‌گیری صحیح در مورد انتخاب یک عمل امری مهم می‌باشد. اگر عمل انتخاب شده عاقلانه باشد به این معنا که با توجه به اطلاعات موجود بهترین انتخاب بشمار رود، آنگاه می‌توان ادعا کرد که مولفه تصمیم‌گیرنده بهترین کارایی را در تصمیم‌گیری ارائه کرده است. اگر بهره‌های ناشی از انتخاب اعمال کاملاً مشخص بوده و بهره‌ای که یک تصمیم‌گیرنده بدست می‌آورد صرفاً تابعی از عملکرد خود وی باشد، آنگاه پیدا کردن این عمل کار دشواری نیست، اما وجود عدم قطعیت‌ها و پیچیدگی‌های ذاتی در بسیاری از محیط‌ها و تاثیرگذاری اعمال انتخابی دیگر موجودیتهای حاضر در محیط باعث می‌گردد که در عمل کار تشخیص عمل عاقلانه بسیار مشکل گردد. در این مقاله الگوریتمی برای اتوماتای یادگیر سلولی ارائه گردیده است که با استفاده از آن اتوماتای یادگیر مستقر در یک سلول قادر است در محیط‌های غیرقطعی و پیچیده که چندین تصمیم‌گیرنده در آن وجود دارند، فعالیت نموده و با تشخیص عمل عاقلانه در محیط به آن همگرا گردد. عنوان کاربردی از این الگوریتم نیز یک مساله تهییه منبع در محاسبات ابر نیز مورد بررسی قرار گرفته و کارایی الگوریتم ارائه شده در آن نشان داده شده است.

کلید واژه- اتوماتای یادگیر سلولی، محاسبات ابر، عمل عاقلانه، مناقصه.

بوده و بهره‌ای که تصمیم‌گیرنده بدست می‌آورد صرفاً تابعی از عملکرد خود وی می‌باشد، کار دشواری بشمار نمی‌رود، اما وجود عدم قطعیت‌ها و پیچیدگی‌های ذاتی در بسیاری از محیط‌ها و تاثیرگذاری اعمال انتخابی دیگر موجودیتهای خودمختار در محیط باعث پیچیدگی و دشواری تشخیص عمل عاقلانه می‌گردد. در این مقاله الگوریتمی برای اتوماتای یادگیر سلولی ارائه گردیده است که با استفاده از آن اتوماتای یادگیر مستقر در یک سلول قادر است در محیط‌های غیرقطعی و پیچیده که چندین تصمیم‌گیرنده (همسایگان) در آن وجود دارند، فعالیت نموده و با تشخیص عمل عاقلانه در محیط به آن همگرا گردد. عنوان کاربردی از این الگوریتم نیز یک مساله تهییه منبع در محاسبات ابر مورد بررسی قرار گرفته و کارایی الگوریتم ارائه شده در آن نشان داده شده است.

۱- مقدمه

در محیط‌های پویا و غیرقطعی، تصمیم‌گیری در شرایط مختلف مساله‌ای مشکل و پیچیده بشمار می‌رود. این مساله بخصوص هنگامی که مولفه‌های خودمختار دیگری در محیط وجود داشته باشند که عملکرد آنها نیز بر روی تصمیم اتخاذ شده موثر باشد، حالت پیچیده‌تری بخود می‌گیرد. یک تصمیم‌گیری صحیح هنگام انتخاب یک عمل می‌تواند تاثیر بالایی در نتیجه داشته باشد و اگر عمل انتخاب شده یک عمل عاقلانه باشد، به این معنا که با توجه به اطلاعات موجود بهترین انتخاب بشمار رود، آنگاه می‌توان ادعا کرد که مولفه تصمیم‌گیرنده بهترین کارایی ممکن را ارائه کرده است. مساله انتخاب عمل عاقلانه در محیط‌هایی که بهره‌های ناشی از انتخاب اعمال کاملاً مشخص

در ادامه مقاله در بخش دوم ابتدا اتوماتای یادگیر سلولی و

زمانیکه سیستم به یک حالت پایدار برسد و یا یک معیار از قبل تعریف شده برقرار گردد.

۲-۲- اتوماتای یادگیر سلوی نامنظم

در اتوماتای یادگیر سلوی نامنظم [۱۲] محدودیت دارا بودن ساختار شبکه‌ای برداشته می‌شود. این نوع از اتوماتای یادگیر سلوی در کاربردهای مختلفی که در آن امکان مدل کردن دیگر موجودیتها و محیط در قالب یک شبکه منظم امکان‌پذیر نیست، بسیار موثر می‌باشد. در واقع اتوماتای یادگیر سلوی نامنظم بصورت یک گراف بدون جهت تعریف می‌شود، بطوریکه هر راس آن متناظر با یک سلول است که دارای یک اتوماتای یادگیر می‌باشد. در این نوع اتوماتای یادگیر سلوی یالها همسایه‌ها را مشخص می‌کنند. البته الگوریتم ارائه شده در این مقاله در قالب انواع مختلف اتوماتای یادگیر سلوی قابل استفاده است و محدود به اتوماتای یادگیر سلوی نامنظم نمی‌باشد. معرفی این نوع از اتوماتای یادگیر سلوی در اینجا تنها بدلیل استفاده از اتوماتای یادگیر سلوی نامنظم در بخش کاربرد الگوریتم می‌باشد.

۳- الگوریتم ارائه شده

برای ارائه الگوریتم لازم است تا ابتدا برخی نمادها و نشانه‌گذاریها معرفی گردد. پس از معرفی آنها الگوریتم ذکر شده ارائه خواهد شد.

۱-۳- نمادها و علائم

فرض کنید که تعاملات یک اتوماتای یادگیر مستقر در یک سلول از سلولهای یک اتوماتای یادگیر سلوی نامنظم را با همسایگانش با نماد Γ نشان دهیم:

$$\Gamma = (N, (S^i)_{i \in N}, (u^i)_{i \in N}) \quad (1)$$

که در رابطه (۱)، N نشان دهنده مجموعه‌ای از اتوماتاهای یادگیر است که در همسایگی اتوماتای یادگیر مورد نظر می‌باشند. این مجموعه خود اتوماتای یادگیر را نیز شامل می‌شود. S^i مجموعه اعمالی را که n امین اتوماتا می‌تواند انجام دهد را

اتوماتای یادگیر سلوی نامنظم معرفی شده‌اند. سپس بخش سوم به ارائه الگوریتم یادگیری جدید پرداخته است. در بخش چهارم الگوریتم ارائه شده در قالب اتوماتای یادگیر سلوی برای حل یکی از مسائل موجود در محیط‌های محاسبات ابر مورد استفاده قرار گرفته است. بخش پنجم به ارائه نتایج حاصل از آزمایشات پرداخته و در نهایت در بخش ششم جمع‌بندی ارائه گردیده است.

۲- مفاهیم اولیه

در این بخش مفاهیم اولیه مربوط به اتوماتای یادگیر سلوی و اتوماتای یادگیر سلوی نامنظم ارائه می‌گردد.

۱-۲- اتوماتای یادگیر سلوی

اتوماتای یادگیر سلوی d بعدی [۱۱، ۱۰] یک چندتائی بصورت $CLA = (Z^d, \phi, A, N, F)$ است که در آن Z^d یک شبکه d بعدی متناهی یا نامتناهی می‌باشد(برای نمونه صفحه شطرنج یک شبکه دو بعدی متناهی با اندازه ۸ می‌باشد)، ϕ یک مجموعه متناهی از حالتهای A یک مجموعه متناهی از اتوماتاهای یادگیر که هریک از آنها به یکی از سلولها نسبت داده می‌شود. $N = \{\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_m\}$ یک زیرمجموعه متناهی از Z^d که بردار همسایگی نامیده می‌شود و $\phi^m : \phi^m \rightarrow \beta$ قانون محلی اتوماتای یادگیر سلوی است که β مجموعه مقادیری است که می‌تواند عنوان سیگنال تقویتی پذیرفته شود. عملکرد اتوماتای یادگیر سلوی به این صورت است که در یک تکرار هر اتوماتای یادگیر در اتوماتای یادگیر سلوی، یک عمل از مجموعه اعمال خود را انتخاب می‌کند. این عمل بصورت تصادفی بر اساس بردار احتمال انتخاب می‌گردد. عمل انتخاب شده با توجه به اعمال انتخابی توسط سلولهای همسایه و قانون حاکم بر اتوماتای یادگیر سلوی پاداش گرفته و یا جریمه می‌شود. با توجه به این پاداش یا جریمه اتوماتای یادگیر رفتار خود را بر اساس الگوریتم یادگیری-اش بهنگام می‌سازد. معمولاً تمام اتوماتاهای بصورت همگام بروزرسانی خود را انجام می‌دهند. بعد از اینکار تکرار بعدی شروع می‌شود و این روال به همین صورت ادامه خواهد داشت تا

۲-۳-۱ الگوریتم پیشنهادی

با توجه به نمادهای معرفی شده حال می‌توانیم الگوریتم پیشنهادی خود را ارائه دهیم. فرض که اتوماتای یادگیر i ام در مرحله t دارای m عمل باشد که بر اساس بردار احتمال $(p_t^i(0), p_t^i(1), \dots, p_t^i(m-1))$ یکی را به تصادف انتخاب می‌کند. در مرحله صفر احتمال انتخاب تمام اعمال یکسان بوده و فرض کنید در مرحله t ام، زامین عمل انتخاب شود. حال الگوریتم یادگیری پیشنهادی نحوه بروزرسانی بردارهای احتمال را به اینصورت پیشنهاد می‌کند که زامین عمل توسط رابطه (۷) و بقیه اعمال توسط رابطه (۸) بروزرسانی گردد.

$$p_{t+1}^i(j) = p_t^i(j) + \left(\frac{\sum_{k \in S^i} R_t^i(j, k) + \frac{1}{m-1} \sum_{k \in S^i} R_t^i(k, j)}{\sum_{k \in S^i} R_{t+1}^i(j, k) + \frac{1}{m-1} \sum_{k \in S^i} R_t^i(k, j)} - 1 \right) \times p_t^i(j) \quad (7)$$

$$p_{t+1}^i(k) = p_t^i(k) - \frac{p_{t+1}^i(j) - p_t^i(j)}{m-1} \quad (8)$$

رابطه (۷) و (۸) الگوریتم پیشنهادی را تعریف می‌کنند. در بخش بعدی تحلیلی بر روی این الگوریتم ارائه شده است.

۲-۳-۲ بررسی درستی الگوریتم ارائه شده

در این قسمت رابطه (۷) را مورد بررسی قرار می‌دهیم و بصورت شهودی درستی الگوریتم را نشان می‌دهیم. اثبات فرمال درستی این الگوریتم بعنوان کارهای آتی انجام خواهد گردید. می‌توان نشان داد که بروزرسانی بر اساس رابطه (۷) و (۸) خاصیت ارائه شده در رابطه (۹) را حفظ می‌کند.

$$\sum_{k \in S^i} p_t^i(k) \times R_t^i(k, j) = p_t^i(j) \sum_{k \in S^i} R_t^i(j, k) \quad (9)$$

حال اگر عمل زام یک عمل عاقلانه باشد با توجه به تعریف عمل عاقلانه و روابط (۴) الی (۶) نهایتاً $R_t^i(j, k)$ ها به صفر میل خواهد نمود، این در حالیست که $R_t^i(k, j)$ ها (جز $R_t^i(j, j)$ که صفر است) دارای مقادیری غیر صفر خواهند بود که با توجه به

نشان می‌دهد. u^i نیز تابع بهره i امین اتومات را نشان می‌دهد که بصورت رابطه (۲) تعریف می‌گردد. اگر محیط تصادفی باشد بجای u^i از $E(u^i)$ استفاده می‌شود.

$$u^i : \prod_{i \in N} S^i \rightarrow R \quad (2)$$

نکته‌ای که باید در اینجا به آن اشاره گردد این است که همسایگان از مقدار بهره همدیگر بی اطلاع هستند و تنها از طریق مشاهده اعمال یکدیگر می‌توانند به اینکه کدام عمل برای یک همسایه بهره بیشتری دارد، پی ببرند ولی مقدار دقیق بهره غیر قابل تشخیص است. حال اگر S بصورت رابطه (۳) تعریف شود (مجموعه همه اعمال ممکن انتخابی توسط اتومات‌ها)، آنگاه یک عضو از S را با s^i نشان می‌دهیم که نشان دهنده اعمالی است که اتومات‌ها انتخاب کرده‌اند.

$$S = \prod_{i \in N} S^i \quad (3)$$

s_t^{-i} اعمال انتخاب شده توسط اتومات‌ها بجز i امین اتومات در تکرار t ام می‌باشد. مشابه s_t^i عمل انتخاب شده توسط اتوماتی i در تکرار t ام می‌باشد. (s_t^i, s_t^{-i}) که معادل $u^i(s_t^i, s_t^{-i})$ می‌باشد به معنای مقدار بهره حاصل شده برای اتوماتی i در تکرار t ام می‌باشد وقتی اعمال انتخابی اتومات‌ها s^i باشند. حال روابط زیر را در نظر بگیرید:

$$W_\tau^i(j, k) = \begin{cases} u^i(k, s_\tau^{-i}) & \text{if } s_\tau^i = j \\ u^i(s_\tau) & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

$$D_t^i(j, k) = \frac{1}{t} \sum_{\tau=1}^t W_\tau^i(j, k) - \frac{1}{t} \sum_{\tau=1}^t u^i(s_\tau) \\ = \frac{1}{t} \sum_{\tau \leq t: s_\tau^i = j} [u^i(k, s_\tau^{-i}) - u^i(s_\tau)] \quad (5)$$

$$R_t^i(j, k) = [D_t^i(j, k)]^+ = \max\{D_t^i(j, k), 0\} \quad (6)$$

رابطه (۶) نشان دهنده این است که اگر از ابتدا تا کنون در طول تکرارهای مختلف هر گاه اتوماتا عمل زام خود را انتخاب کرده است اگر عمل k ام را بجای آن انتخاب می‌کرد بهره کلی که اکنون کسب کرده چقدر بیشتر می‌توانست باشد. مسلماً اگر زامین عمل عاقلانه‌ترین عمل باشد این مقدار صفر خواهد بود.

یکی از رویکردهایی که برای این مشکل پیشنهاد گردیده است مبحث اجاره منابع^۲ می‌باشد [۱، ۷] که در آن CP های مختلف متابع بلااستفاده خود را در قبال دریافت هزینه‌های مشخص یا توافقی در اختیار یکدیگر قرار می‌دهند تا از هدرفت منابع در سمت اجاره دهنده و از صرف هزینه‌های غیرضروری در سمت اجاره کننده جلوگیری گردد (در ادامه CP های اجاره دهنده را تهیه‌کننده منبع یا اجاره دهنده می‌نامیم). مبلغی که بعنوان هزینه اجاره منابع بر روی آن توافق می‌گردد به طرق مختلفی ممکن است تعیین گردد [۵، ۸]. یکی از این روش‌ها روش مناقصه‌ای/مزایده‌ای همانند [۹] می‌باشد که در آن بهترین پیشنهاد ممکن بعنوان برنده یا در واقع اجاره دهنده انتخاب می‌گردد. چنانچه این فرآیند بصورت موردنی و در موقع نیاز به منبع برگزار گردد مسلماً بدلیل نیاز به سرعت بالا در این شرایط طرفین مناقصه عاملهای نرمافزاری خواهند بود. یکی از خصیصه‌هایی که این عاملهای نرمافزاری باید داشته باشند خصوصیت عاقل بودن می‌باشد به این معنا که با توجه به اطلاعات خود بهترین تصمیم را بگیرند بطوریکه میزان بهره ممکن خود را به حداقل برسانند [۲]. چنانچه شرایط مناقصه بگونه‌ای باشد که اجاره دهنده‌گان منابع با کمترین هزینه ممکن حاضر به در اختیار نهادن منابع خود گرددند این رویکرد به نوبه خود نیز باعث کاهش هزینه‌ها برای CP و بهره بیشتر آن می‌گردد. شرایط مناقصه سعی گردیده بگونه‌ای باشد که اجاره منابع با مناسب‌ترین میزان سود عاقله‌ترین عمل ممکن باشد و نشان داده شده که آtomاتاهای یادگیر در تعامل با محیط به این عمل همگرا می‌گرددند. به هر تهیه‌کننده منبع موجود (یا دیگر Cloud Provider ها) یک آtomاتای یادگیر با سه عمل تخصیص داده شده است. اعمال هر آtomاتای یادگیر پیشنهاد یک قیمت بعنوان مبلغ اجاره برای منابع در اختیار گذاشته شده می‌باشد و تفاوت این اعمال در میزان مبلغ پیشنهادی آن می‌باشد. عمل دوم هر آtomاتا برابر با پیشنهاد قیمتی است که اجاره منبع در ازای مبلغی کمتر از

برقراری رابطه (۹) خواهیم داشت:

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \sum_{k \in S^i, k \neq j} p_t^i(k) = 0 \quad (10)$$

با توجه به رابطه (۱۰) نهایتاً احتمال انتخاب عمل عاقلانه ز به یک میل خواهد نمود (چون مجموع بردار احتمالات باید یک باشد) که این به معنای همگرایی الگوریتم ارائه شده به عمل عاقلانه می‌باشد.

۴- کاربرد الگوریتم ارائه شده

برای الگوریتم ارائه شده کاربردهای فراوانی می‌توان یافت. بخصوص استفاده از این الگوریتم امکان استفاده از اتوماتای یادگیر سلولی را در اکثر بازیهای تکراری راحت‌تر می‌سازد. در این قسمت ما کاربردی از این الگوریتم را در قالب اتوماتای یادگیر سلولی برای مساله تخصیص منبع بروش مزایده-ای/مناقصه‌ای در محیط محاسبات ابر مورد بررسی قرار می‌دهیم. بدلیل پویایی، هر^۱ CP در هر بازه زمانی خاص به میزان متفاوتی از منابع جهت ارائه سرویس به مشتریان خود نیاز دارد [۴]. میزان منابعی که یک CP برای ارائه سرویس به مشتریان خود تدارک می‌بیند باید به اندازه‌ای باشد که بتواند در بازه‌های اوج تقاضا نیز سرویس‌دهی خود را ادامه دهد. اما تهیه این مقدار از منابع از دو دیدگاه چندان امر معقولی بنظر نمی‌رسد. نخست اینکه در اکثر اوقات منابع مورد نظر بلا استفاده بوده و قابلیتهای آنها هدر می‌روند و دوم اینکه هزینه بالایی برای تدارک حجم زیادی از منابع که در اکثر اوقات نیز ضروری نیستند باید صرف گردد که این چندان به صرفه نخواهد بود [۶، ۳، ۱]. به دلایل ذکر شده، سعی گردیده تا رویکردهایی برای این مشکل ارائه گردد تا هم بتوان هزینه‌های غیرضروری را کاهش داد و هم از منابع تهیه شده بصورت کارا و مفید استفاده نمود.

² Resource Leasing

¹ Cloud Provider

۲-۴- تحلیلی برای مشخص کردن عمل عاقلانه

در این قسمت تحلیلی مبتنی بر مفاهیم نظریه بازیها ارائه می‌گردد تا عمل عاقلانه را در هر یک از روش‌های بالا مشخص نماییم. در روش FPRA تنها نقطه تعادل نش بازی این خواهد بود که rV همه آtomاتاها با یکدیگر برابر بوده و همگی مقدار rV را پیشنهاد دهنند. اگر این شرایط برقرار نباشد، بر مبنای تحلیل‌های نظریه بازیها نمی‌توان عمل عاقلانه‌ای برای انتخاب مشخص کرد، بلکه باید عمل عاقلانه بر پایه مدل‌سازی رفتار حریف مشخص گردد که این نیازمند یادگیری می‌باشد. به دیگر بیان انتخاب اعمال بر مبنای تحلیلهای آماری عاقلانه‌تر می‌باشد.

در روش SPRA با تحلیل‌های مبتنی بر مفاهیم نظریه بازیها می‌توان نشان داد که عمل عاقلانه برای انتخاب توسط آtomاتاها، پیشنهاد rV یا در واقع مینیمم مقدار اجاره سودآور می‌باشد و هر انتخاب دیگری بهره یا سود حاصل برای آtomاتا را افزایش نمی‌دهد و در برخی موارد شاهد کاهش نیز خواهیم بود. در اصطلاح نظریه بازیها، بقیه استراتژیها در برابر استراتژی پیشنهاد rV بصورت weakly dominated می‌باشند. فرض کنید پیشنهاد آtomاتای i ام را با s_i نشان دهیم و مینیمم مبلغ سودآور برای آtomاتای i ام را نیز با rV_i نشان دهیم. در اینجا با تکیه بر یک تحلیل مبتنی بر نظریه بازیها نشان می‌دهیم که استراتژی $s_i = rV_i$ به معنای پیشنهاد مبلغ rV_i بعنوان اجاره منبع بر دو استراتژی دیگر یعنی $s_i > rV_i$ و $s_i < rV_i$ غلبه ضعیف دارد. فرض کنید که

$$r_i = \min_{j \neq i} s_j \quad (11)$$

حالات اول - $s_i < rV_i$

حالات (الف) $s_i \leq r_i$: اگر $r_i = s_i$ باشد در اینصورت یا r_i بصورت تصادفی یک انتخاب و برنده می‌شود. اگر s_i برنده نشود حاصل برابر حالتی است که در آن $s_i = rV_i$ انتخاب می‌شود(چون در آن صورت $s_i < r_i$ می‌گردید). اگر s_i برنده شود چون $rV_i > r_i$ است لذا بهره آن منفی است چون به اندازه دومین کمترین پیشنهاد که r_i است اجاره دریافت می‌نماید، در

آن برای تهیه کننده منابع سودآور خواهد بود. ما این مبلغ را با rV نشان می‌دهیم. عمل اول پیشنهاد مبلغی کمتر از rV و عمل سوم پیشنهاد مبلغی بیشتر از rV می‌باشد. بدون وارد آمدن خدشهایی به کلیت مساله فرض می‌کنیم که تقاضاهای اجاره منبع که از طرف CP ها داده می‌شود از نظر نوع منبع، توان پردازشی، مدت زمان اجاره و ... مشخص و معین باشند که بدليل عدم ارتباط آنها با کلیت مساله از ذکر آنها در اینجا خودداری می‌نماییم. پس از اینکه هر کدام از آtomاتاها پیشنهادات خود را ارائه نمودند، بروکر یا واسطه اجرای مناقصه بهترین پیشنهاد ارائه شده را انتخاب کرده و آtomاتای برنده مشخص می‌گردد.

۴- تعیین برنده مناقصه و مبلغ اجاره

برنده مناقصه آtomاتای خواهد بود که مبلغ کمتری را بعنوان هزینه اجاره منبع به بروکر پیشنهاد دهد، اما مبلغی که به اجاره دهنده منبع پرداخت می‌گردد در این مقاله به دو روش تعیین گردیده است:

روش^۳ FPRA^۳ : در این روش پیشنهاد دهنده کمترین مبلغ اجاره برنده شده و مبلغ پیشنهادی وی بعنوان مبلغی که اجاره کننده خواهد پرداخت، تعیین می‌شود.

روش^۴ SPRA^۴ : در این روش پیشنهاد دهنده کمترین مبلغ برنده شده اما دومین مبلغ کمتر که توسط یک آtomاتای غیر برنده پیشنهاد شده است، بعنوان مبلغی که اجاره کننده خواهد پرداخت تعیین می‌شود. برای مثال اگر پیشنهادات بصورت ۱۱۰، ۱۴۰ و ۱۵۰ باشد آtomاتای پیشنهاد دهنده مبلغ ۱۱۰ برنده خواهد شد اما مبلغ اجاره‌ای که دریافت می‌کند برابر ۱۴۰ خواهد بود، یعنی چیزی بیشتر از آنچه که پیشنهاد داده است.

³ First Price Reverse Auction

⁴ Second Price Reverse Auction

در حالت (۲-ج) نیز استراتژی $s_i = rv_i$ بر $s_i > rv_i$ غلبه دارد.

حالت (۵) $r_i < rv_i$: در اینصورت هر دو استراتژی

$s_i = rv_i$ و $s_i > rv_i$ برند نبوده و بهره صفر خواهد بود و لذا در اینحالت هم استراتژی $s_i > rv_i$ بر $s_i = rv_i$ برتری ندارد.

با توجه به حالات (۱-الف) تا (۱-ج) و همچنین (۲-الف) تا (۲-د) استراتژی $s_i = rv_i$ بطور کلی بر هر دو استراتژی $s_i > rv_i$ و $s_i < rv_i$ برتری و غلبه ضعیف دارد و لذا عمل عاقلانه در چنین شرایطی انتخاب استراتژی $s_i = rv_i$ می‌باشد.

صورتیکه استراتژی $s_i = rv_i$ چون برنده نمی‌شد و بهره آن صفر بود از این بهره منفی بهتر بود و لذا بر استراتژی $s_i < rv_i$ غلبه دارد.

حالت (۶) $s_i < r_i < rv_i$: در اینصورت s_i برند می‌شود و به اندازه r_i اجاره دریافت می‌کند که چون $rv_i < r_i$ لذا بهره وی یا صفر یا منفی است لذا اگر بجای $s_i < rv_i$ بر $s_i = rv_i$ را پیشنهاد می‌داد یا برنده نمی‌شد(حالت $rv_i < r_i$) و یا اگر برنده می‌شد ($r_i = rv_i$) بهره‌اش در هر دو صورت صفر بود لذا در حالت (۱-ب) نیز استراتژی $s_i = rv_i$ بر استراتژی $s_i < rv_i$ غلبه دارد.

حالت (۷) $r_i > rv_i$: در اینحالت s_i حتماً برنده است و به اندازه r_i اجاره بابت منابع دریافت می‌کند که $s_i = rv_i$ هم پیشنهاد داده می‌شد باز هم s_i برنده می‌شد و همان اندازه اجاره دریافت می‌نمود. بعبارتی استراتژی $s_i < rv_i$ هیچ برتری بر $s_i = rv_i$ در اینحالت ندارد.

حالت (۸) $s_i > rv_i$:

حالت (الف) $s_i > r_i$: در اینصورت s_i برند است که در حال استراتژی $s_i = rv_i$ نیز برنده می‌بود و بهره آن نیز در هر دو صورت برابر r_i است، پس استراتژی $s_i > rv_i$ بر $s_i = rv_i$ برتری ندارد.

حالت (ب) $s_i = r_i$: در اینصورت s_i بصورت تصادفی برنده می‌شود یا نمی‌شود، در صورتیکه از استراتژی $s_i = rv_i$ استفاده می‌کرد در اینحالت حتماً برنده می‌شد. چون برنده شدن در هر دو حالت استفاده از استراتژی $s_i = rv_i$ و $s_i > rv_i$ به $s_i > rv_i$ برتر است لذا استراتژی $s_i = rv_i$ بر استراتژی $s_i > rv_i$ سودآورتر است لذا استراتژی $s_i = rv_i$ بر استراتژی $s_i > rv_i$ غلبه دارد.

حالت (ج) $s_i > r_i \geq rv_i$: در اینحالت استراتژی $s_i > rv_i$ بر r_i بهمراه نخواهد آورد در صورتیکه استراتژی $s_i = rv_i$ در $s_i > rv_i$ برند و سودآور است و در حالت $r_i = rv_i$ در هر دو صورت برنده شدن یا نشدن بهره صفر خواهد داشت. پس

- Future Generation Computer Systems, Volume 27, Issue 8, October 2011, Pages 1011-1026.
- [2] D. Fudenberg and J. Tirole, Game Theory, Cambridge, MA, MIT Press, 1991.
 - [3] V. Chang, D. Bacigalupo, G. Wills and D. DeRoure, "A Categorization of Cloud Computing Business Models", 10th IEEE/ACM International Conference on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid), 2010, Page(s): 509 – 512.
 - [4] C. Gong, J. Liu, Q. Zhang, H. Chen and Z. Gong, "The Characteristics of Cloud Computing", 39th International Conference on Parallel Processing Workshops (ICPPW), 2010, Page(s): 275 – 279.
 - [5] H. Li, J. Liu and G. Tang, "A Pricing Algorithm for Cloud Computing Resources", International Conference on Network Computing and Information Security (NCIS), 2011, Page(s): 69 – 73.
 - [6] S. Marston, Z. Li, S. Bandyopadhyay, J. Zhang and A. Ghalsasi, "Cloud computing - The business perspective", Decision Support Systems, Volume 51, Issue 1, April 2011, Pages 176-189.
 - [7] M. Mihailescu and T. Yong Meng, "On Economic and Computational-Efficient Resource Pricing in Large Distributed Systems", 10th IEEE/ACM International Conference on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid), 2010, Page(s): 838 – 843.
 - [8] P. Samimi and A. Patel, "Review of pricing models for grid & cloud computing", 2011 IEEE Symposium on Computers & Informatics (ISCI), 2011, Page(s): 634 – 639.
 - [9] D. Sun, G. Chang, C. Wang, Y. Xiong and X. Wang, "Efficient Nash equilibrium based cloud resource allocation by using a continuous double auction", International Conference on Computer Design and Applications (ICCDA), 2010 , Page(s): V1-94 - V1-99.
 - [10] M.R. Meybodi, H. Beigy and M. Taherkhani, "Cellular Learning Automata and Its Applications", Journal of Science and Technology, University of Sharif, No. 25, pp. 54-77, Autumn/Winter 2003-2004.
 - [11] H. Beigy and M.R. Meybodi, "A Mathematical Framework for Cellular Learning Automata", Advanced in Complex Systems, Vol. 7, No. 3 and 4, pp. 294-319, 2004.
 - [12] M. Asnaashari and M.R. Meybodi, "Irregular Cellular Learning Automata and Its Application to Clustering in Sensor Networks", Proceedings of 15th Conference on Electrical Engineering (15th ICEE), Volume on Communication, Telecommunication Research Center, Tehran, Iran, May 15-17, 2007.

۶- نتیجه‌گیری

در این مقاله یک الگوریتم جدید برای همگرائی به اعمال عاقلانه ارائه گردید که با استفاده از آن یک آtomاتای یادگیر بعنوان یک مولفه تطبیق‌پذیر قادر خواهد بود در تعامل با محیط غیرقطعی و گرفتن بازخورد از آن و مشاهده اعمال همسایگان عملکرد عاقلانه در محیط را یاد بگیرد. در حالیکه الگوریتم‌های موجود فعلی در بسیاری از کاربردها عملاً یا قابل استفاده نیستند و یا عملکرد بسیار کندی دارند، این الگوریتم در همگرائی به عمل عاقلانه از سرعت مناسبی نیز برخوردار است. بعنوان کاربردی از این الگوریتم نیز یادگیری مناسب‌ترین مقدار برای ارائه پیشنهاد قیمت در طول پروسه یک مناقصه یا مزایده تکرار شونده که در محیط‌های محاسبات ابر کاربرد دارد، مدنظر قرار گرفت و نشان داده شد که الگوریتم مذکور توانایی آن را دارد که مناسب‌ترین مقدار پیشنهادی را یاد بگیرد.

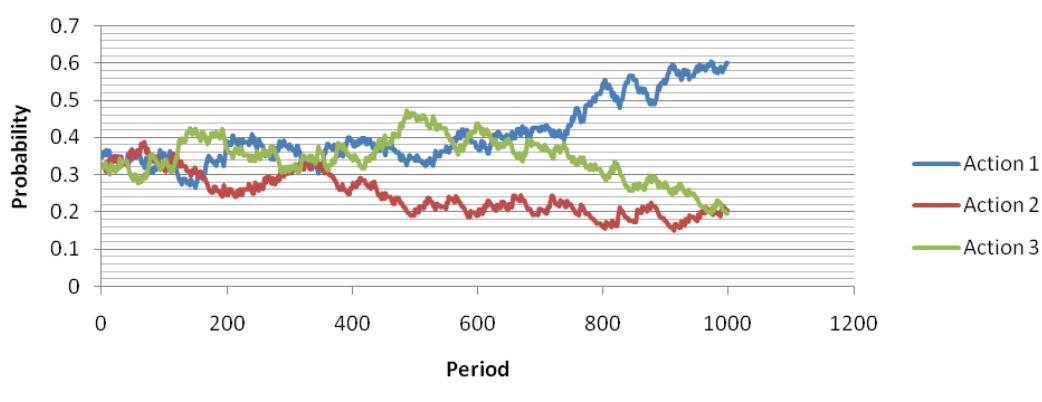
سپاسگزاری

با تشکر از پژوهشگاه فضای مجازی ایران که با حمایتهای مالی خود ما را در انجام این پژوهش یاری کرده‌اند.

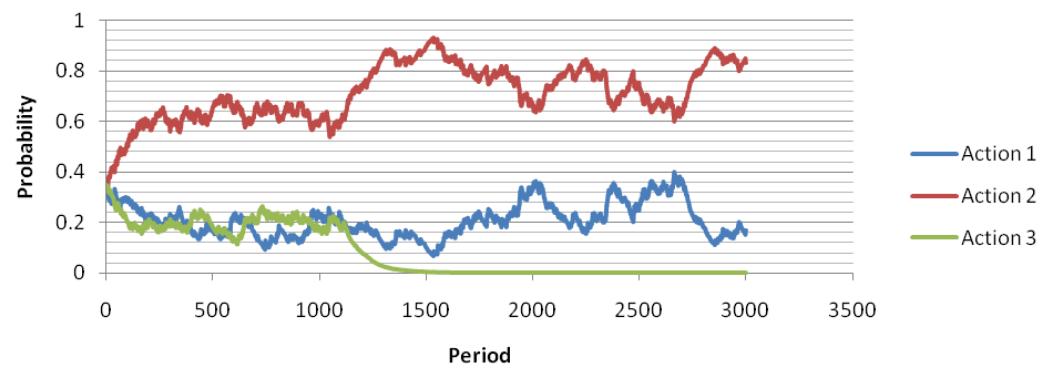
مراجع

- [1] E. Byun, Y. Kee, J. Kim and S. Maeng, "Cost optimized provisioning of elastic resources for application workflows",

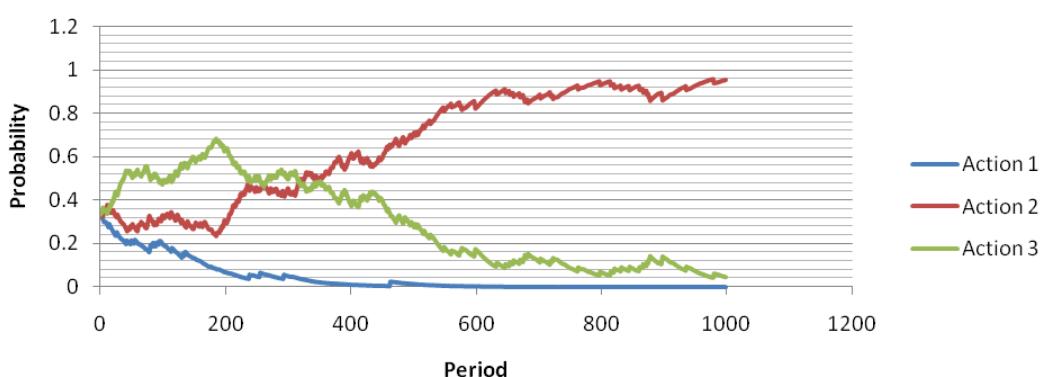
First Price Reverse Auction



First Price Reverse Auction (Same rv)



Second Price Reverse Auction



شکل ۳- بردار احتمالات اتوماتیک یادگیر در روش SPRA