Encyclopedia of Digital Transformation
Vol. 2; No. 3; PP. 96 - 109
Fall 2021
DOI: 10.22034/dtj.2023.322255.1042

Institute of Higher Education
Mehr Alborz

A Network-aware auction method for resource allocation in computational grids

Hamide Mahalli[1], Saeid Abrishami[2]

Abstract

A computational grid is composed of a set of resource consumers and resource providers. Usually these entities are independent and making decision autonomously based on their policies and resorce allocation in such system is a challenging problem. In such system using market-like techniques for this problem regulates the supply and demand for esources, provider an incentive for providers, and motivates the users to trad-off between deadline, budget, and required level of quality of service.
In this report, we use a continuous double auction method (CDA) for grid resource allocation in which resources are considered as provider agent and users as consumer agents. This report the use network as the element of important in grid. Network-aware, note the network in economic model the path of in this models. Tries to resource allocation do with network-aware and based on the state the current the system.

Keywords: *computational grids, auction, network-aware, schedule*

1. Master's degree, computer department, Imam Reza University, Mashhad, Iran.

2. Associate Professor, Faculty of Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Submitted: 01-01-2022
Accepted: 20-06-2022
Corresponding Author:Hamide Mahalli
Email: h_mahalli2008@yahoo.com

دانشنامهٔ تحول دیجیتال

مؤسسه آموزش عالی مهرالبرز

دورهٔ ۲، شمارهٔ ۳

پاییز ۱۴۰۰

صص. ۹۶ - ۱۰۹

Encyclopedia of Digital Transformation

DOI: 10.22034/dtj.2023.322255.1042

یک روش حراج آگاه از شبکه برای تخصیص منابع در محاسبات تورین

حمیده محلی[۱]، سعید ابریشمی[۲]

چکیده

محاسبات تورین قادر به تجمیع منابع محاسباتی ناهمگن برای پشتیبانی از برنامه‌های کاربردی مقیاس‌پذیر در علوم، مهندسی و تجارت است. محاسبات تورین مجموعه‌ای از مصرف‌کنندگان و فراهم‌کنندگان منابع هستند که معمولاً این نهادها مستقل بوده و تصمیم‌گیری‌های خودمختاری بر اساس سیاست‌های خود برای تخصیص منابع می‌گیرند.

در این مقاله، یک روش حراج مضاعف پیوسته آگاه از شبکه برای تخصیص منابع تورین معرفی می‌کنیم که در آن منابع به عنوان عوامل فراهم‌کننده و کاربران به عنوان عوامل مصرف‌کننده در نظر گرفته شده‌اند. در این رویکرد، کاربران و فراهم‌کنندگان قیمت‌های پیشنهادی خود را بر اساس پارامترهایی تعیین می‌کنند و کاربران بر اساس متوسط تعداد منابع باقی‌مانده، زمان باقی‌مانده و اندازی داده ورودی و فراهم‌کنندگان بر اساس بار فعلی منابع، قیمت پیشنهادی خود را در حراج تعیین می‌کنند و شبکه نیز به عنوان یک عنصر تأثیرگذار در تورین در نظر گرفته و سعی می‌شود عمل تخصیص منابع به صورت آگاه از شبکه و بر اساس وضعیت جاری سیستم انجام گیرد. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد روش پیشنهادی عملکرد بهتری نسبت به محیطی که در آن پارامترهای ذکر شده در نظر گرفته نشده، دارد.

کلمات کلیدی: *محاسبات تورین، حراج، آگاه از شبکه، زمان‌بندی*

---

۱. کارشناسی ارشد گروه کامپیوتر، دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد، ایران

۲. دانشیار دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱۰/۱۱

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۴۰۱/۰۳/۳۰

نویسندهٔ مسئول مقاله: حمیده محلی

Email: h_mahalli2008@yahoo.com

مقدمه

محاسبات تورین[1] ترکیبی از منابع به هم پیوسته است که می‌تواند در سراسر جهان باقابلیت‌های محاسباتی بالاتر پخش شود. مزیت محاسبات تورین شامل محاسبات و ظرفیت حافظه بالاتر است؛ زیرا منابع شبکه در سراسر جهان پراکنده شده‌اند. محاسبات تورین توسط حوزه درون شبکه‌ای مدیریت می‌شود که به روش‌ها و الگوریتم‌های مورد استفاده برای مدیریت مسائل مربوط به شبکه مانند زمان‌بندی وظایف، تعادل منابع و امنیت شبکه اشاره دارد. از مزایای محاسبات تورین می‌توان به دسترسی به منابع غیرقابل دسترس، استفاده از منابع و تعادل، قابلیت اطمینان و محاسبات موازی و مقیاس‌پذیری اشاره کرد. محدودیت‌های محاسبات تورین شامل کاربرد در زمینه‌های محدود و مناسب بودن با برنامه‌هایی است که در حالت دسته‌ای فقط بر اساس پردازش موازی اجرا می‌شوند (سانگ‌کار و همکاران[2]، ۲۰۲۰).

از آنجا که سیستم‌های تورین محیط‌های متغیری هستند که از یکسری سازمان‌های مجازی (VO)[3] تشکیل شده‌اند. این متغیر بودن سبب می‌شود تا کیفیت سرویس[4] بسیار مطلوب باشد؛ هرچند که در عمل، رسیدن به آن دشوار است (دانگ و همکاران[5]، ۲۰۰۵). یک دلیل این امر ناآگاهی از محیط و در نظر نگرفتن پارامترهای مؤثر در شبکه و مدل‌های اقتصادی مانند حراج در تعیین قیمت‌های پیشنهادی مصرف‌کننده و فراهم‌کنندگان منابع به منظور عملکرد مناسب در زمان‌بندی و مدیریت منابع است.

در این مقاله، یک روش حراج مضاعف پیوسته آگاه از شبکه برای تخصیص منابع تورین معرفی شده است که در آن کاربران و فراهم‌کنندگان، قیمت‌های پیشنهادی خود را بر اساس پارامترهایی در حراج تعیین می‌کنند و سعی می‌شود عمل تخصیص منابع به صورت آگاه از شبکه و بر اساس وضعیت جاری سیستم انجام گیرد.

پیشینه پژوهش

در فناوری‌های محاسبات مدرن، دو فناوری مهم، رایانش ابری و رایانش شبکه‌ای هستند. محاسبات تورین یک فناوری محاسباتی نسل بعدی با تمرکز بر ترکیب چندین شبکه ضعیف و کوچک‌تر به منظور ایجاد یک قدرت پردازشی و منبع ذخیره‌سازی قوی است (وانگ و همکاران[6]، ۲۰۱۸)؛ بنابراین، محاسبات تورین ترکیبی از منابع به هم پیوسته است که می‌تواند با قابلیت‌های محاسباتی بالاتر در سراسر جهان پخش شود. محاسبات تورین از ترکیب چندین منبع پراکنده که می‌توانند به هم متصل شوند و مسائلی را که به صورت جداگانه امکان‌پذیر نبودند را ممکن کنند. (گوهاروی و همکاران[7]، ۲۰۱۷). برخلاف پردازش توزیع شده که بر منابع مشابه یا همگن متکی است، محاسبات تورین از منابع مختلفی تشکیل شده است.

(گوهاروی و همکاران، ۲۰۱۷) از معماری محاسبات گرید در تخصیص منابع محاسباتی طراحی IC[8] استفاده کرده است. در این تحقیق، موتور گرید در ساخت مدلی از توزیع منابع موجود در اینترانت برای ایجاد مجموعه‌ای از سیستم و قوانین در مورد توزیع منابع یکپارچه استفاده می‌شود. به عنوان مثال با در نظر گرفتن خانه طراحی IC، کاربر می‌تواند از فناوری Sun Grid Engine برای اشتراک بار، زمان‌بندی دسته‌ای و همچنین یکپارچه‌سازی منابع نرم‌افزار/سخت‌افزار در اینترانت مانند یک ایستگاه کاری استفاده کند؛ بنابراین، بهره‌وری کار در منابع محدود به دلیل استفاده کامل از منابع سیستم افزایش پیدا می‌کند. نتایج تحقیق مجموعه‌ای از مدل و ساختار را برای مدیریت منابع سیستم به منظور ادغام منابع در

1. Grid computing
2. Sungkar et al
3. Virtual Organization
4. Quality of Service
5. Dong et al
6. Wang et al
7. Guharoy et al
8. Integrated Circuit

اینترانت در یک خانه طراحی IC فراهم می‌کند؛ بنابراین یک مدل توزیع منبع را می‌توان با سیستم و قانون توزیع منابع ایجاد کرد.

در مقاله (طالبی[1] ۲۰۱۷) به بررسی یک الگوریتم زمان‌بندی توسعه یافته برای بهینگی زمان‌بندی در شبکه‌های تورین می‌پردازد، از این رو از یک الگوریتم مرتب‌سازی واسط برای داشتن عملکرد خوب در زمان‌بندی استفاده شده است که هدف آن به حداکثر و حداقل رساندن makespan است. شبکه گرید قادر به اشتراک‌گذاری منابع در مقیاس بزرگ است؛ لذا از زمان‌بندی با استراتژی‌های پویا و ایستا در شبکه گرید برای به اشتراک‌گذاری منابع برای برنامه‌ها استفاده می‌شود. کمبود منابع اختصاص داده شده و تغییرات برای دسترسی به منابع در زمان اجرا یک چالش بزرگ برای زمان‌بندی محسوب می‌شود. برای همین از روش تطبیقی برای زمان‌بندی وظایف (AWS) استفاده شده است. این روش شامل زمان‌بندی اولیه، نظارت بر منابع و زمان‌بندی مجدد با هدف رسیدن به حداقل زمان اجرا در کار است.

در مقاله (ادبی و همکاران[2] ۲۰۱۲) به ارائه یک مکانیزم تخصیص منابع که یک چالش در محاسبات تورین است، می‌پردازند و از یک مدل مذاکره مبتنی بر چند عامل برای تعامل بین GROs[3](فراهم‌کنندگان منابع شبکه) و GRCs[4] (مصرف‌کنندگان منابع شبکه) استفاده می‌کنند. استراتژی مذاکره اتخاذ شده MBDNA[5]بر اساس عواملی چون رقابت، فرصت، مهلت زمانی و رفتار انحصاری شریک تجاری مذاکره قبلی است. در این رویکرد، از حراج مضاعف پیوسته که یکی از روش‌های مورد استفاده در بازارهای تورین است، استفاده شده که از طریق به‌روزرسانی مناقصه توسط واسطه‌گر بهبود می‌شود و نیز یک روش را برای تعیین قیمت منابع بر اساس حجم کاری و برای کاربران بر اساس ضرب العجل بودن کارها ارائه می‌کند.

در مقاله (یانگ و همکاران[6] ۲۰۱۰) یک استراتژی زمان‌بندی مبتنی بر گروه‌بندی پویا، کارها را ارائه و ارزیابی می‌کند و بر بهبود زمان‌بندی کارها با نیازمندی‌های پردازشی در مقیاس کوچک تمرکز دارد تا بدین‌وسیله فاکتورهای تأخیر در محیط شبکه را کاهش و بهره‌وری از منابع تورین افزایش دهد. دلیل انتخاب استراتژی گروه‌بندی پویای کار، توانایی آن در اداره مؤثر زمان‌بندی چندین کار مستقل با نیازهای پردازشی کم و بدون ایجاد سربارهای زمانی و هزینه‌ای با تأثیر زیاد بر انتقال و پردازش کارها است.

در مقاله (سمینارو و همکاران[7] ۲۰۰۹) یک معماری زمان‌بندی آگاه از شبکه خودکار در محاسبات تورین به ارزیابی جامعی جهت مقایسه متازمان‌بندهای تجاری موجود و پارامترهای ابتکاری موجود برای آگاه از شبکه[8]و ناآگاه از شبکه می‌پردازد.

روش پژوهش

در این راهکار از مدل حراج مضاعف پیوسته استفاده شده که در آن منابع به عنوان عوامل فراهم‌کننده و کاربران به عنوان عوامل مصرف‌کننده در نظر گرفته شوند. به محض اینکه پیشنهادها و درخواست‌ها به واسطه‌گر یا همان حراج‌گذار می‌رسد، عمل تطبیق را انجام می‌دهد.

در این راهکار قیمت پیشنهادها و درخواست‌ها توسط مصرف‌کنندگان و فراهم‌کنندگان به‌طور مستقل، بر اساس اهدافشان تعیین می‌شود (ایزاکیان[9] ۲۰۱۰) که عامل مصرف‌کننده و فراهم‌کننده، ارزش پیشنهادها و درخواست‌های خود را در هر

1. Talebi
2. Adabi et al
3. Grid Resource Owners
4. Grid Resource Consumers
5. Market- and Behavior-driven Negotiation Agents
6. Yang et al
7. Seminar et al
8. Network-Aware
9. Izakian

لحظه از زمان بر اساس پارامترهایی چون متوسط زمان باقی‌مانده[1]، متوسط تعداد منابع باقی‌مانده[2] و اندازه داده ورودی[3] و بار فعلی منابع تعیین می‌کنند و نیز عمل تخصیص منابع به صورت آگاه از شبکه و با در نظر گرفتن پارامترهایی مانند تأخیر پردازشی، تأخیر لینک و پهنای باند مؤثر شبکه انجام می‌گیرد.

تعیین ارزش پیشنهادهای مصرف‌کنندگان

عامل مصرف‌کننده، ارزش پیشنهادهای خود را در هر لحظه از زمان بر اساس سه پارامتر تعیین می‌کند.

- متوسط زمان باقی‌مانده
- متوسط منابع باقی‌مانده
- اندازه داده ورودی

متوسط منابع باقی‌مانده برای پیشنهاد

در این روش در هر لحظه از زمان، عامل مصرف‌کننده، ارزش پیشنهادی خود را بر اساس تعداد منابع باقی‌مانده تعیین می‌کند. یک کار وقتی می‌تواند به یک منبع اختصاص داده شود که منبع بتواند کار را در مهلت زمانی تعیین شده انجام دهد و قیمت رزرو منبع کمتر یا مساوی از بودجه کاربر باشد.

$$d_i - st_j - \frac{l_i}{c_j} \geq 0 \quad and, \varphi_i \geq r_j \qquad (۱)$$

$$bid^{i,t}{}_{\substack{remaning-\\resource}} = \left[\frac{r_{min}}{\varphi_i} + (1 - \frac{r_{min}}{\varphi_i})(1 - \frac{N_i^t - 1}{N_i^{max}})^{\frac{1}{\alpha}}\right] * \varphi_i \qquad (۲)$$
$$where\ 0.01 \leq \alpha \leq 100$$

در فرمول (۱)، d_i مهلت زمانی اجرای کار، st_j زمان شروع اجرای کار، l_i طول کار و c_j سرعت پردازشی منبع j است و در فرمول (۲)، r_{min} قیمت رزرو، φ_i حداکثر قیمت، N_i^t تعداد منابع باقی‌مانده در لحظه t برای کار i ام و N_i^{max} حداکثر تعداد منابع باقی‌مانده است.

متوسط زمان باقی‌مانده برای پیشنهاد

در این روش در هر لحظه، عامل مصرف‌کننده، یک ارزش پیشنهادی بر اساس زمان باقی‌مانده برای پیشنهاد تعیین می‌کند.

فرض کنید J_i در زمان $0<t<T$ ارائه شود و زمان باقی‌مانده برای کار J_i برای منبع R_j به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$rt_{i,j}^t = \left(d_i - st_j - \frac{l_i}{c_j}\right) * F \qquad where, F\begin{cases} 1 & if\ \varphi_i \geq r_j \\ 0 & else \end{cases} \qquad (۳)$$

در فرمول (۳)، rt_i^t متوسط زمان باقی‌مانده برای اجرای کار iام از منبع j در لحظه t است؛ بنابراین ارزش پیشنهاد بر اساس زمان باقی‌مانده به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$bid^{i,t}{}_{\substack{remaning-\\time}} = \left[\frac{r_{min}}{\varphi_i} + (1 - \frac{r_{min}}{\varphi_i})(1 - \frac{rt_i^t}{rt_i^{max}})^{\frac{1}{\rho}}\right] * \varphi_i \qquad (۴)$$
$$where\ 0.01 \leq \beta \leq 100$$

در فرمول (۴)، rt_i^{max} حداکثر زمان باقی‌مانده و φ_i حداکثر قیمت منبع است.

1. Mean remaining time
2. Mean number of remaining resources
3. Size of data

اندازه داده ورودی

پارامترهایی همچون اندازه داده ورودی نیز در قیمت پیشنهادی مصرف‌کننده تأثیر دارد؛ چرا که کاربردهای مبتنی بر محاسبه و کاربردهای مبتنی بر داده، امتیاز بیشتری برای زمان‌بندی دارند. از آنجا که کاربردهای مبتنی بر داده با نیازهای داده‌ای زیاد، زمان زیادی برای انتقال داده‌ها مصرف می‌کنند، باعث می‌شود پهنای باند مؤثر لینک‌های موجود در مسیر کاهش پیدا کند، در حالی که می‌توان همین زمان را صرف کارهای مبتنی بر داده با نیازهای داده‌ای کم یا حتی کابردهای مبتنی بر محاسبه کرد تا به مشتریان بیشتری سرویس داده و سود زیادتری در ازای انجام کارها برای فراهم‌کنندگان در تورین کسب کرد.

$$bid^{i,t} = [Size(Input - Data)]$$

محاسبات پایانی ارزش پیشنهادی

بعد از تعیین ارزش پیشنهادی برای هر یک از محدودیت‌های بالا، عامل مصرف‌کننده این ارزش پیشنهادی را با هم ترکیب می‌کند.

$$bid^{i,t} = \theta * bid^{i,t}_{remaning-resource} + (1-\theta) * bid^{i,t}_{remaning-time} + \frac{1}{Size(input-data)} \quad (۵)$$

where $0< \theta < 1$

در فرمول ۵، پارامتر θ اگر برابر یک باشد یعنی تنها محدودیت تعداد منابع باقی‌مانده و اندازه داده ورودی را برای تعیین ارزش پیشنهادی در نظر گرفته‌ایم و اگر برابر صفر باشد یعنی تنها محدودیت زمان باقی‌مانده و اندازه داده ورودی را برای تعیین ارزش پیشنهادی در نظر گرفته شده است و اگر برابر ۰/۵ باشد یعنی هر سه محدودیت را در نظر گرفته‌ایم.

تعیین ارزش پیشنهادهای ارائه‌دهندگان

هر فراهم‌کننده بعد از پذیرش کار حجم کاری خودش را به‌روز می‌کند و قیمتش را برابر با حداکثر قیمت می‌گذارد. به تدریج که بارکاری کاهش می‌یابد و نزدیک به صفر می‌شود قیمت منابع فراهم‌کننده نیز کاهش می‌یابد زمانی که بارکاری صفر شد قیمت منبعش با قیمت رزرو تنظیم می‌کند و بالعکس با پذیرش هر کار فراهم‌کننده قیمت منابعش را با قیمت حداکثر تنظیم می‌کند.

$$request_j^t = \left[\frac{r_j}{mp_j} + \left(1 - \frac{r_j}{mp_j}\right)\left(\frac{st_j^t}{wl_j^t}\right)^{\frac{1}{\alpha}}\right] * mp_j. \quad (۶)$$

در فرمول ۶، r_j قیمت رزرو منبع، mp_j حداکثر قیمت منبع، st_j^t زمان شروع اجرای کار و wl_j^t بارکاری منبع است.

محاسبه پارامترهای شبکه

- محاسبه تأخیر لینک‌ها

برای محاسبه تأخیر لینک، واسطه‌گر پهنای باند، به صورت دوره‌ای، از هر مسیریاب می‌خواهد که پیامی را به مسیریاب‌هایی که به‌طور مستقیم به آن متصل‌اند را ارسال کند. هر مسیریاب زمان بین ارسال پیام و دریافت پاسخ را به واسطه‌گر پهنای باند ارسال می‌کند و واسطه‌گر پهنای باند میزان تأخیر هر لینک را محاسبه می‌کند.

$$RTT_New = \alpha * RTT_Current + (1-\alpha) * RTT_Old$$

- محاسبه پهنای باند مؤثر لینک‌ها

واسطه‌گر پهنای باند، هر یک از لینک‌های موجود در مسیر را از نظر پهنای باند مؤثر و میزان فضای آزاد بافر جهت برقراری اتصال مورد بررسی قرار می‌دهد. اگر تمام لینک‌های موجود در مسیر دارای شرایط لازم برای برقراری اتصال باشند، منبع پذیرفته می‌شود؛ اما اگر حداقل یک لینک از مسیر شرایط را برآورده نسازد منبع در نظر گرفته نمی‌شود.

$$Link-effective-bw=(Pkt-size)/(1-Pkt-RTT)$$

- محاسبه تأخیر پردازشی

میزان تأخیر پردازشی برای یک کار در منبع محاسباتی متناسب با کارهایی که آماده اختصاص به منبع است. مانند سرعت پردازنده و بار جاری منبع.

Job already-assigned اشاره دارد به کارهایی که هنوز به منبع اختصاص داده نشده و از نظر واسطه‌گر تمام نشده است.

cpu-latency=(jobs-already-assigned+1) /(cpu-speed)*current-load

نحوه‌ی ارتباط مؤلفه‌ها در سیستم پیشنهادی

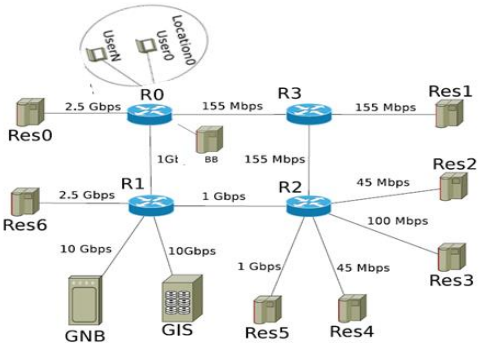
هر دامنه از فراهم‌کنندگان موظف است اطلاعات منابع موجود خود را بر روی سیستم خدمات اطلاعاتی سیستم تورین یا GIS[1]ثبت کند. این اطلاعات بر دو دسته‌اند: اطلاعات ایستا (مانند نوع، قیمت رزرو و ظرفیت منبع) و اطلاعات پویا (مانند میزان بار فعلی).

مشتریان نیز مهلت زمانی تعیین شده برای اجر اشدن کاربردهایشان، توان پردازشی مورد نیاز و فضای لازم برای ذخیره‌سازی داده‌های اولیه را به ارزیاب قیمت ارسال می‌کنند.

وظیفه ارزیاب قیمت، تعیین قیمت پیشنهادی کاربران و قیمت درخواست‌های فراهم‌کنندگان است. مهلت زمانی توسط مشتری و بر اساس تخمین خود از اجرای کاربردش و میزان ضرورت در اجرا شدن کاربرد تعیین می‌شود.

واسطه‌گر آگاه از شبکه دو عمل انجام می‌دهد. اول، زمان‌بندی درخواست را به یک منبع انجام می‌دهد. دوم، از واسطه‌گر پهنای باند برای انجام کنترل پذیرش اتصال یا CAC[2]سؤال می‌کند. GNB[3]با استفاده از تأخیر لینک‌های ارائه شده توسط BB[4]زمان‌بندی را انجام می‌دهد. BB با استفاده از تأخیر لینک‌ها و بازخورد منابع و روترها برای تکمیل CAC استفاده می‌کند. به این ترتیب اطلاعات واقعی بر روی وضعیت جاری شبکه را به دست می‌آورد و بر اساس حراج مضاعف پیوسته عمل تطبیق مناسب‌ترین منبع را به یک کاربر انجام می‌دهد. در شکل ۱ نحوه ارتباط مؤلفه‌ها نشان داده شده است.

1. Grid Information System
2. Connection Admission Control
3. Grid Network Broker
4. Bandwith Broker



شکل ۱: نحوه ارتباط مؤلفه‌ها

شبیه‌سازی

مشخصات محیط شبیه‌سازی

جهت شبیه‌سازی از محیط GridSim استفاده شده، در این آزمایش ۶ منبع و ۱۰ کاربر که هر کدام کاربردهایی جهت اجرا دارند را با مشخصات زیر شبیه‌سازی کرده‌ایم.

- کارها در سیستم از مدل بسته‌ای وظایف Bag-Of-Task پیروی می‌کنند.
- مهلت زمانی کار بین ۱۰ تا ۱۲۰۰ ثانیه در نظر گرفته می‌شود.
- اندازه داده‌های اولیه مربوط به هر کاربرد بین ۱۰ تا ۲۰ مگابایت به‌صورت تصادفی توسط توزیع یکنواخت تعیین می‌شود.
- متوسط بودجه اختصاص داده شده به هر کار به صورت یکنواخت در بازه [45G$,630G$] به دست می‌آید. حد پایین بودجه بر اساس کمترین زمان محاسباتی یک وظیفه و کمترین قیمت رزرو یک منبع تعیین شده و حد بالای بودجه بر اساس بیشترین زمان محاسباتی یک وظیفه و بیشترین قیمت رزرو یک منبع تعیین شده است.
- تعداد کار مربوط به هر کاربرد ۱ تا ۴۰ کار
- نیاز پردازشی هر کار ۱۰۰ تا ۲۰۰۰۰ میلیون دستور
- طول هر کار در محدوده تصادفی [1000,10000] توسط توزیع یکنواخت محاسبه می‌شود.
- تعداد کاربران را ۱۰ عدد در نظر گرفته (U0,U1,…,U9)
- اندازه بسته‌ها برابر ۱۵۰۰ بایت در نظر گرفته شده است.
- هزینه هر کار از طریق مجموع هزینه‌های پردازشی یا اجرایی هر کار به دست می‌آید. در واقع از حاصل‌ضرب زمان واقعی اجرای پردازنده (CPU) و هزینه به ازای هر ثانیه به دست می‌آید.
- جهت یک مقایسه عادلانه قیمت رزرو حداکثر قیمت منابع را به‌صورت زیر تعیین شده است

  قیمت رزرو: پیش‌فرض rj= 2$G/MIPS

  حداکثر قیمت: پیش‌فرض mpj= 6$G/MIPS

موجودیت‌های موجود در محیط کاری به شرح زیر است.

- کاربران (مصرف‌کننده): دارای کاربردی برای اجرا است که این کاربرد از تعدادی کار مستقل از هم تشکیل شده است. ما در این جا فرض کرده‌ایم که کاربردهای کاربر از مدل بسته‌ای از وظایف (BoT) پیروی می‌کند که در این مدل وظایف در کاربرد به کارهای مستقل از هم بر روی منابع تبدیل می‌شود. یک کاربر به همراه کاربرد خود، ویژگی‌های آن از قبیل مهلت زمانی اجرای کار، اندازه داده ورودی، تعداد دستورات اجرای کاربرد (MI) را مشخص می‌کند.

- منابع (فراهم‌کنندگان): شامل پردازنده‌هایی برای اجرای کاربردهای کاربران و فضای ذخیره‌سازی برای ذخیره داده‌های موردنیاز کاربردها است. هرگاه فراهم‌کننده‌ای تمایل به دریافت کار از طرف کاربران داشته باشد، قیمت پایه، بار منبع و زمان انتظار آن را مشخص می‌کند.
- مسیریاب (روترها): بافرهای شبکه را مدیریت می‌کند.
- واسطه‌گر پهنای باند: به مسیریاب‌ها دسترسی مستقیم داشته و می‌تواند در هر زمان به اطلاعات آن‌ها دسترسی داشته باشد. برای ذخیره نمودن لینک‌های شبکه نیز از آن‌ها می‌توان استفاده کرد. واسطه‌گر پهنای باند، مسیر ارتباطی بین دو نقطه را در شبکه می‌داند. به عبارت دیگر از توپولوژی شبکه آگاه است.
- واسطه‌گر آگاه از شبکه: واسطه‌گر آگاه از شبکه لیست منابع با بارکاری آن‌ها را از GIS دریافت می‌کند و سپس برای هر منبع مورد نظر مجموع تأخیر دستیابی و محاسباتی را محاسبه می‌کند. در واقع واسطه‌گر پهنای باند مقدار تأخیر دستیابی از طریق شبکه را برای هر منبع را به واسطه‌گر آگاه شبکه ارسال می‌کند.

تعامل میان موجودیت‌ها در مدل پیشنهادی

هر دامنه از فراهم‌کنندگان موظف است اطلاعات منابع موجود خود را بر روی سیستم خدمات اطلاعاتی سیستم گرید یا GIS ثبت کند. این اطلاعات بر دو دسته‌اند: اطلاعات ایستا (همانند نوع، قیمت رزرو و ظرفیت منبع) و اطلاعات پویا (مانند میزان بار فعلی).

مشتریان نیز مهلت زمانی تعیین شده برای اجرا شدن کاربردهایشان، توان پردازشی مورد نیاز و فضای لازم برای ذخیره‌سازی داده‌های اولیه را به واسطه‌گر ارسال می‌کنند. مهلت زمانی توسط مشتری و بر اساس تخمین خود از اجرای کاربردش و میزان ضرورت در اجرا شدن کاربرد تعیین می‌شود.

واسطه‌گر قیمت پیشنهادی کاربران را بر اساس سه پارامتر زیر تعیین می‌کند:

- متوسط منابع باقی‌مانده
- متوسط زمان باقی‌مانده
- اندازه داده ورودی

و قیمت درخواست‌های فراهم‌کنندگان را بر اساس بار فعلی منابع تعیین می‌کند.

واسطه‌گر آگاه از شبکه دو عمل انجام می‌دهد. اول، زمان‌بندی درخواست را به یک منبع انجام می‌دهد. دوم، از واسطه‌گر پهنای باند برای انجام کنترل پذیرش اتصال یا CAC سؤال می‌کند. GNB با استفاده از تأخیر لینک‌های ارائه شده توسط BB زمان‌بندی را انجام می‌دهد. BB با استفاده از تأخیر لینک‌ها و بازخورد منابع و روترها برای تکمیل CAC استفاده می‌کند. به این ترتیب اطلاعات واقعی بر روی وضعیت جاری شبکه را به دست می‌آورد و بر اساس حراج مضاعف پیوسته عمل تطبیق مناسب‌ترین منبع را به یک کاربر انجام می‌دهد.

برای شبیه‌سازی از محیط کاری نشان داده شده در جدول ۱ استفاده شده است، منابع شبیه‌سازی از بستر آزمایشی LCG واقعی ((LCG Computing Fabric Area (2010) کسب شده است. پارامترهای مربوط به نرخ CPU برحسب IMPS تعریف شده و از نرم‌افزار GridSim برای شبیه‌سازی محیط محاسباتی تورین استفاده شده است. جهت ارزیابی، یک‌بار روش پیشنهادی را با یک روشی که بدون در نظر گرفتن پارامترهای ذکر شده در تعیین قیمت‌های پیشنهادی حراج و پارامترهای شبکه است مورد مقایسه قرار می‌دهیم.

جدول ۱: خصوصیات منابع محیط شبیه‌سازی

Location	Res.Name	#Nodes	CpuRating	Policy	#users
Loc_0	Res_0	41	49000	Space_shared	35
Loc_1	Res_1	17	20000	Space_shared	10
Loc_2	Res_2	2	3000	Time_shared	5
Loc_3	Res_3	5	6000	Space_shared	10
Loc_4	Res_4	67	80000	Space_shared	35
Loc_5	Res_5	59	70000	Space_shared	70
Loc_6	Res_6	12	14000	Space_shared	40

نتایج به‌دست‌آمده

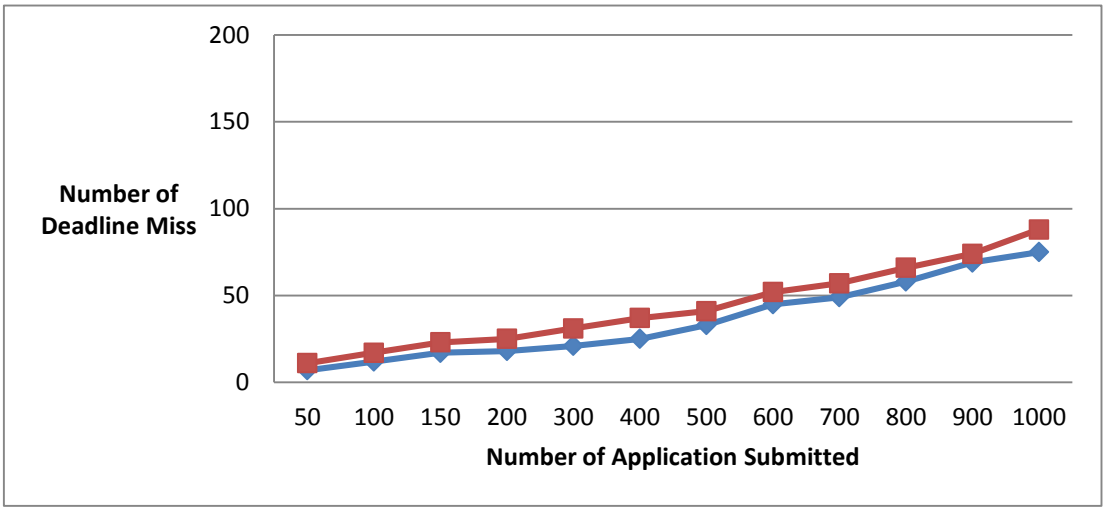
ارزیابی انجام شده بر اساس تعداد کاربردهایی که مهلت زمانی خود را از دست می‌دهند، است؛ چرا که این پارامتر، بر روی هدف مشتریان که اجرای تعداد بیشتری از کاربردها در مهلت زمانی تعیین شده است و نیز هدف فراهم‌کنندگان که به دست آوردن سود هر چه بیشتر است، تأثیر می‌گذارد. در واقع افزایش تعداد کاربردهایی که مهلت زمانی خود را از دست می‌دهند، سبب می‌شود، سود حاصل برای فراهم از آنجا که تعداد کاربردهایی که توسط فراهم‌کنندگان اجرا می‌شود کم می۲شود و در نتیجه سودی نصیب فراهم‌کنندگان نمی‌شود و میزان رضایت مشتری نیز کاهش پیدا می‌کند.

مقایسه نتایج حاصل از شبیه‌سازی یک

نتایج به دست آمده حاصل مقایسه دو محیط است. یک محیط شبیه‌سازی مدل پیشنهادی که در آن عمل تخصیص منابع به کاربردهای کاربران بر اساس در نظر گرفتن پارامترهای شبکه از جمله محاسبه تأخیر لینک و پهنای باند مؤثر شبکه انجام شده است و تعیین قیمت‌های پیشنهادی کاربران (متوسط منابع باقی‌مانده، متوسط زمان باقی‌مانده و اندازه داده ورودی) و فراهم‌کنندگان (بار فعلی منابع) بر اساس پارامترهایی در حراج مضاف پیوسته است و محیط ناآگاه از شبکه که در آن عمل تخصیص منابع بدون در نظر گرفتن پارامترهای شبکه و استفاده از مدل حراج مضاعف پیوسته بدون در نظر گرفتن پارامترهای تعیین شده در تعیین قیمت‌های پیشنهادی کاربران و فراهم‌کنندگان است. ارزیابی‌ها بر اساس پارامترهای زیر انجام می‌پذیرد.

- بر اساس تعداد کاربردهایی که پس از زمان‌بندی مهلت زمانی خود را از دست می‌دهند.

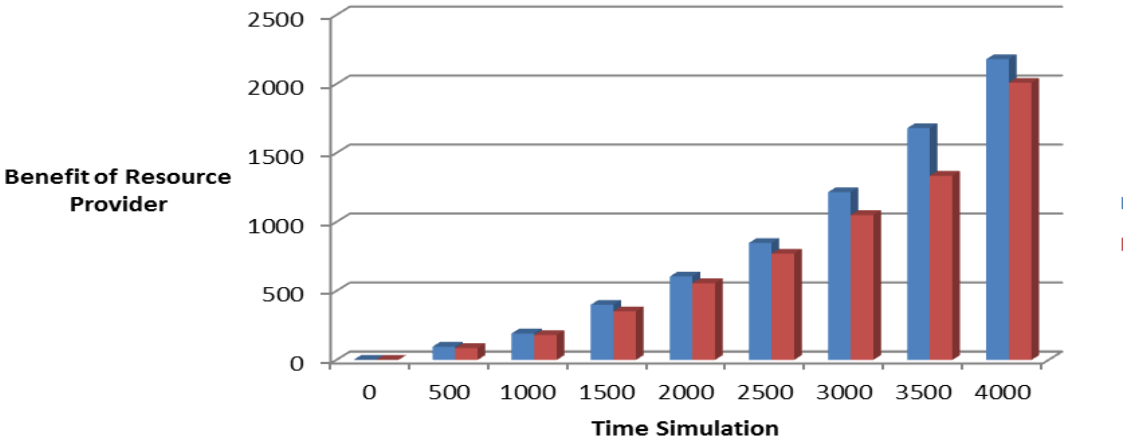
نتایج زیر حاصل ارزیابی دو محیط بر اساس تعداد کاربردهای زمان‌بندی شده است. با توجه به شکل ۲، واسطه‌گر آگاه از شبکه به دلیل آگاهی از خصوصیات شبکه به خصوص مسیر ارسالی یک کاربرد از مشتری به فراهم‌کننده پیشنهاد را می‌پذیرد؛ بنابراین تعداد مهلت زمانی‌های از دست رفته کمتر از زمانی است که بدون در نظر گرفتن پارامترهای شبکه اجازه ارسال کاربرد مربوط به پیشنهاد پذیرفته شده را به سمت فراهم‌کننده مورد نظر صادر می‌کند. با توجه به شکل هرچه کاربردهای بیشتری به گرید ارسال شود، تعداد کمتری از تطبیق‌های انجام شده توسط واسطه‌گر آگاه از شبکه نقض می‌شود.



شکل ۲: نمودار تعداد کاربردهایی که پس از زمان‌بندی مهلت زمانی خود را از دست می‌دهند

- بر اساس زمان شبیه‌سازی

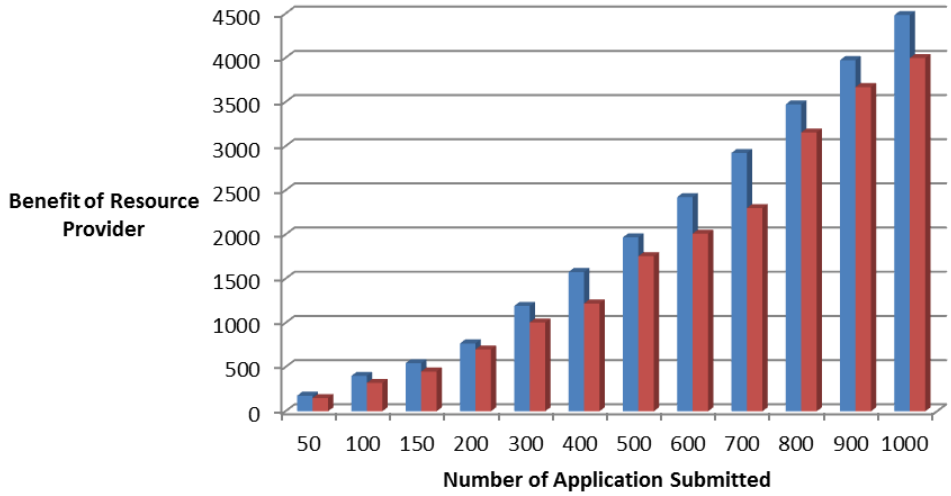
به منظور نمایش اینکه مدل پیشنهادی در برخورد با تعداد زیادی کاربرد نسبت به محیط ناآگاه از شبکه چگونه رفتار می‌کند، مدت زمان شبیه‌سازی را بیشتر کرده‌ایم و رفتار آن را بررسی می‌کنیم. نتایج حاکی از آن است که با طولانی‌تر شدن زمان شبیه‌سازی و افزایش تقاضا بار شبکه افزایش پیدا می‌کند و چون مدل پیشنهادی، پارامترهای شبکه را در نظر گرفته، موفقیت بیشتری در اجرای کاربردها داشته است.



شکل ۳: نمودار تعداد کاربردهایی که پس از زمان‌بندی مهلت زمانی خود را از دست می‌دهند بر اساس زمان شبیه‌سازی

- متوسط سود به دست آمده برای فراهم‌کنندگان بر اساس تعداد کاربردهای زمان‌بندی شده

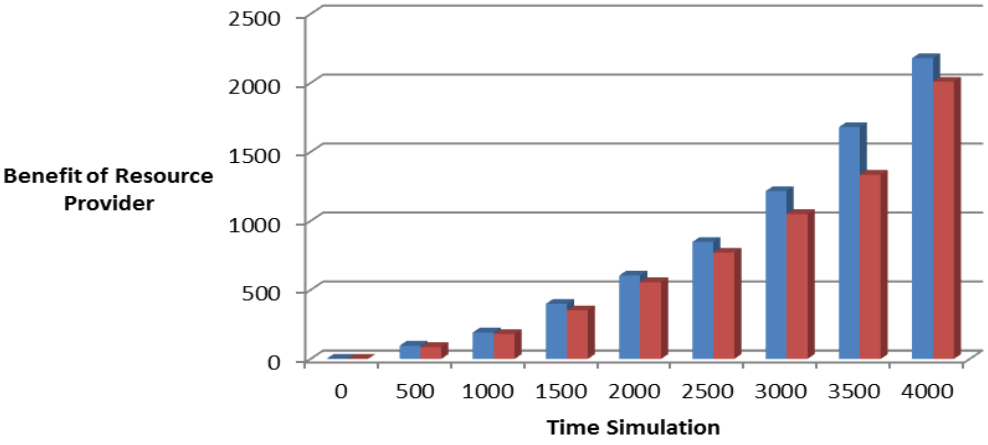
نمودار ۴، نشان می‌دهد که تغییر در تعداد کاربردهای که مهلت زمانی خود را از دست می‌دهند، در سود حاصل برای فراهم‌کنندگان تأثیر دارد؛ چرا که در محیط ناآگاه از شبکه به دلیل در نظر نگرفتن پارامترهای شبکه تعداد کاربردهای بیشتری مهلت زمانی خود را از دست داده‌اند؛ بنابراین تعداد کاربرد کمتری اجرا می‌شود و سود حاصل برای فراهم‌کننده نیز کاهش پیدا می‌کند.



شکل ۴: ارزش به دست آمده برای فراهم‌کنندگان بر اساس تعداد کاربردهای زمان‌بندی شده

- بر اساس زمان شبیه‌سازی

نمودار نشان می‌دهد که با افزایش زمان شبیه‌سازی تعداد کاربردها ارسال شده بیشتر شده و بار شبکه افزایش پیدا می‌کند و چون در مدل پیشنهادی پارامترهای شبکه در تخصیص منابع به کاربردها در نظر گرفته شده؛ بنابراین تصمیمات منطقی‌تری در اجرای کاربردها در نظر گرفته می‌شود. در نتیجه تعداد کاربردهای کمتری مهلت زمانی خود را از دست می‌دهند و سود بیشتری نصیب فراهم‌کنندگان می‌شود.



شکل ۵: ارزش به دست آمده برای فراهم‌کنندگان بر اساس زمان شبیه‌سازی

مقایسه نتایج حاصل از شبیه‌سازی دو

نتایج به دست آمده، حاصل مقایسه دو محیط است. یک محیط شبیه‌سازی مدل پیشنهادی (NACDA[1]) که در آن عمل تخصیص منابع به کاربردهای کاربران بر اساس در نظر گرفتن پارامترهای شبکه از جمله محاسبه تأخیر لینک و پهنای باند مؤثر شبکه انجام شده است. تعیین قیمت‌های پیشنهادی کاربران (متوسط منابع باقی‌مانده، متوسط زمان باقی‌مانده

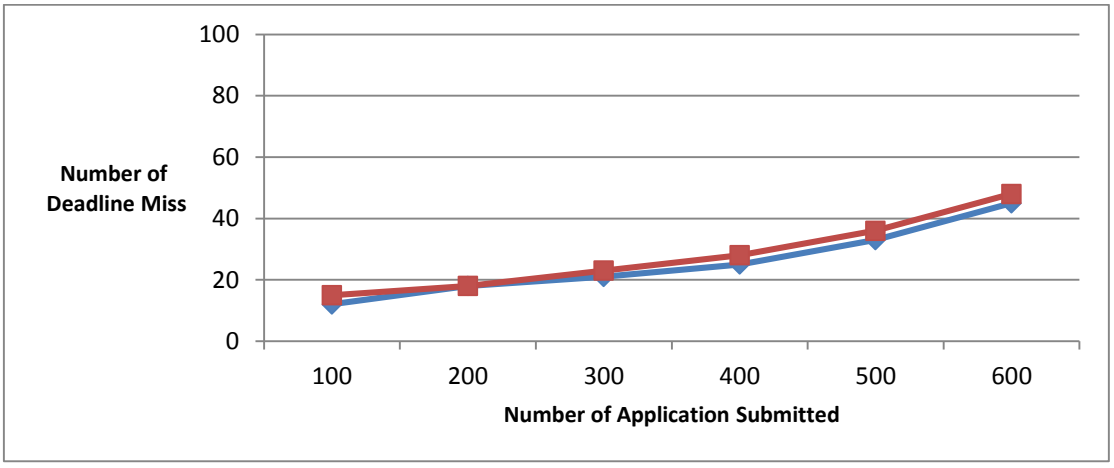
1. Network Aware Continuse Double Auction

و اندازه داده ورودی) و فراهم‌کنندگان (بار فعلی منابع) بر اساس پارامترهایی در حراج مضاف پیوسته است و محیط آگاه از شبکه (NA) که در آن عمل تخصیص منابع با در نظر گرفتن پارامترهای شبکه و استفاده از مدل حراج مضاعف پیوسته بدون در نظر گرفتن پارامترهای تعیین شده در تعیین قیمت‌های پیشنهادی کاربران و فراهم‌کنندگان است و بر اساس تعداد کاربردهایی که پس از زمان‌بندی مهلت زمانی خود را از دست می‌دهند.

نتایج زیر حاصل ارزیابی دو محیط بر اساس تعداد کاربردهای زمان‌بندی شده است. با توجه به شکل ۶، از آنجا که پارامترهای $\alpha = \beta = 0.2$ در تعیین قیمت پیشنهادی مصرف‌کننده در نظر گرفته شده است، مصرف‌کننده ابتدا با یک مقدار پایین پیشنهاد را شروع می‌کند و به تدریج که تعداد منابع باقی‌مانده و زمان باقی‌مانده برای اجرای کاربردش نزدیک به صفر می‌شود، قیمت پیشنهادی خود را بالا می‌برد؛ بنابراین تنها مصرف‌کننده‌ای که خطر حذف کارش یا تمام شدن مهلت زمانی‌اش بالا باشد، ارزش بیشتر را پیشنهاد می‌کند. در نتیجه نرخ شکست کاهش پیدا می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که روش پیشنهادی نرخ شکست کار کمتری نسبت به زمانی که تنها پارامترهای شبکه در آن در نظر گرفته شده است.

جدول ۲: نرخ شکست کارها در دو محیط شبیه‌سازی شده

Number of Application Submitted	NACDA	NA
100	12	15
200	18	18
300	21	23
400	25	۲۷
500	33	36
600	45	48



شکل ۶: نمودار تعداد کاربردهایی که پس از زمان‌بندی مهلت زمانی خود را از دست داده‌اند

نتیجه‌گیری

از آنجا که در محیط‌های توزیع‌شده‌ای مانند تورین که وضعیت اشیا در آن در حال تغییر است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده حاصل از آزمایش، برای تصمیماتی مانند زمان‌بندی و مدیریت منابع، هرچقدر پارامترهای بیشتری از اشیای موجود در محیط را در تصمیم‌گیری‌ها و زمان‌بندی دخالت دهیم به نتایج بهتری دست‌یافته و کارایی محیط بالا می‌رود.

از آنجا که در روش پیشنهادی پارامترهای همچون تعداد منابع باقی‌مانده، زمان باقی‌مانده و اندازه داده ورودی را در تعیین قیمت‌های مصرف‌کننده در نظر گرفته گرفتیم، تنها مصرف‌کننده‌ای که خطر حذف کارش یا تمام شدن مهلت زمانی کاربردش بیشتر باشد، ارزش بیشتری را پیشنهاد می‌کند تا از این طریق نرخ شکست کار را کاهش دهد و همچنین با در نظر گرفتن اندازه داده ورودی در تعیین قیمت پیشنهادی خود سعی می‌کند، تعداد کاربردهای بیشتری از کاربر اجرا شود و همچنین با در نظر گرفتن پارامترهای شبکه، نتایج حاصل از آزمایش نشان می‌دهد که تعداد کاربردهایی که مهلت زمانی خود را از دست می‌دهند، در روش پیشنهادی کمتر از محیط ناآگاه از شبکه است که سبب می‌شود هدف هر دوی کاربران (اجرای کاربردهایشان در مهلت زمانی تعیین شده) و فراهم‌کنندگان منابع (به دست آوردن سود بیشتر حاصل از اجرای کاربردها) را تأمین کند.

منابع

Adabi, S, Movaghar, A, Rahmani, A.M and Beigy, H. (2012). ”Negotiation strategies considering market,time and behavior functions for resource allocation in computational grid”.Springer Science.

Caminero, A, Rana, O, Caminero, B and Carrión,C. (2009). ”Autonomic Network-Aware Metascheduling for Grids”. Wiley InterScience. pp.1692–170.

Dong, F and Akl, S.G. (2006). “Scheduling algorithms for grid computing”. Technical Report.

Guharoy, R, Sur, S, Rakshit, S, Kumar, S, Ahmed, A, Chakborty, S & Srivastava, M. A. (2017). theoretical and detail approach on grid computing a review on grid computing applications. In 2017 8th Annual Industrial Automation and Electromechanical Engineering Conference (IEMECON) (pp. 142-146).

Izakian, H, Abrahamb, A, Tork Ladan, B. (2010). “An auction method for resource allocation in computational grids”, Future Generation Computer Systems, pp. 228_235

Liu, H, Chen, Rs, Lee, CY. et al. (2020). Using Grid computing architecture in computing resource allocating of IC design. J Ambient Intell Human Comput.

Sungkar, A, Kogoya, T. (2020). A REVIEW OF GRID COMPUTING, Computer Science & IT Research Journal, Volume 1, Issue 1, P.1-6.

Talebi, M. (2017). ” Timing algorithms in the grid network”, National Conference on Software Engineering.

Yang, C.T, Leu, F and Chen, S. (2010).”Network Bandwidth-aware job scheduling with dynamic information model for Grid resource brokers”.pp.119-223.

Wang, L, Jie, W & Chen, J. (2018). Grid computing: infrastructure, service, and applications. CRC Press.