

الگوریتم فرهنگی برای شبکه توزیعی متتمرکز برای تخصیص زیر پرس و جو

ناصر سیه چهره^۱، مهدی رضابپور^۲، محمد رضا میبدی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی نرم افزار، دانشگاه آزاد قزوین
nasser_S1@yahoo.com

^۲ دانشجوی دکترای مهندسی نرم افزار، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
mmrezapour@aut.ac.ir

^۳ دانشکده مهندسی کامپیوت و فن آوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
mmeybodi@aut.ac.ir

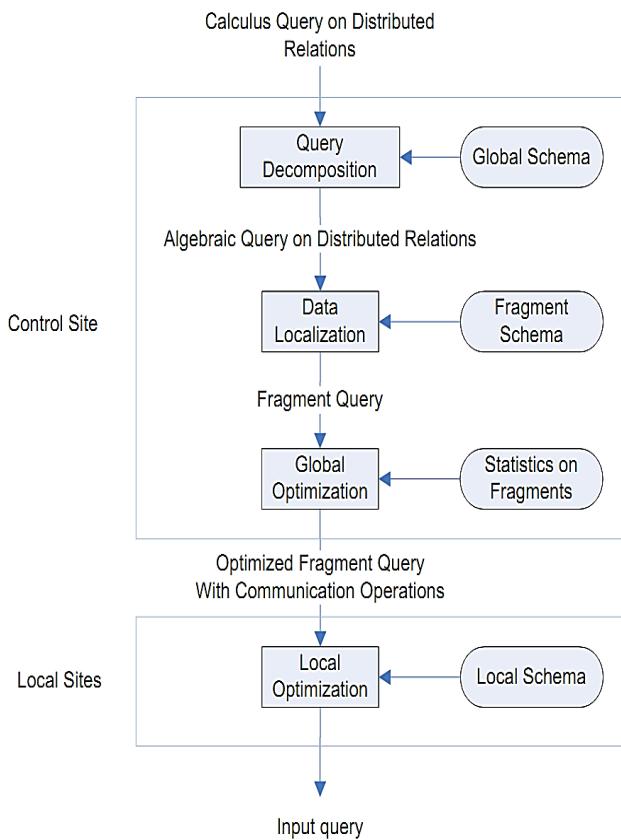
چکیده پردازش پرس و جو مفهوم مهمی در حوزه‌ی پایگاه داده‌ی توزیع شده می‌باشد. که در همین راستا پردازش پرس و جوی توزیع شده با توجه به اینکه هدف کم کردن یا به حداقل رساندن هزینه‌ی عملیاتی می‌باشد، فاکتور مهمی در کل کارایی سیستم پایگاه داده‌ی توزیع شده می‌باشد. ما در این مقاله از معماری شبکه توزیعی متتمرکز استفاده می‌کنیم، براساس این نوع معماری سرور باید تصمیم گیری کند چگونه پرس و جو را شکسته و به کدام کلاینت با کمترین هزینه‌ی عملیاتی فرستاده و زمان پاسخ کمینه را دریافت نماید. هدف از این مقاله نحوه‌ی تخصیص زیر پرس و جو‌ها به سایت‌ها مختلف با شایستگی بهترمی‌باشد. با مدل کردن ویرگی‌های سایت به کروموزم‌ها که هر ژن کروموزم یکی از ویرگی‌سایت می‌باشد که بصورت پویا مثل ترافیک شبکه، تاخیر، پردازش محلی در حال تغییر است باعث می‌شود تخصیص زیرپرس و جوها هوشمندانه شود در نتیجه زمان پاسخ کمینه شود. که الگوریتم فرهنگی با روش‌های شمارشی و الگوریتم ژنتیک مقایسه شده که نتایج قابل توجهی داشته است.

کلید کلیدی الگوریتم تخصیص زیر پرس و جو، الگوریتم‌های قطعی، الگوریتم فرهنگی، جهش، زمان پاسخ کمینه

در این نوع معماری، سرورها از لحاظ عملکردی به دو بخش تقسیم می‌شوند، یکی سرورهای داده‌ای که این نوع سرور‌ها بیشتر در سیستم‌های شی‌گرا مورد استفاده قرار می‌گیرند و دیگری سرورهای تراکنشی که این نوع سرورها بیشتر در سیستم‌های رابطه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. در سرورهای تراکنشی که به آنها سرورهای پرس و جو هم گفته می‌شود روش کار بدین صورت است که درخواست‌های کاربران به این سیستم‌ها ارسال می‌شود و نتیجه در این سرورها تولید و به کاربر ارسال می‌شود. درخواست‌های کاربران به صورت دستورات SQL و دستورات ODBC و JDBC هست که دریافت نیاز به نرم افزارهایی مانند ODBC و JDBC هست که وظیفه ارتباط با سرور و ارسال پرس و جوها و دریافت نتایج را به عهده دارد. برای پیاده سازی سرورهای تراکنشی از تعدادی پردازه که حافظه مشترک دارند استفاده می‌شود که معمولاً برای بهبود پردازه‌ها از چندنخی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱- مقدمه

پایگاه داده‌ها در این نوع معماری بر حسب کاربری به دو بخش- Back-end و Front-end تقسیم می‌شود، Back-end وظیفه بررسی و کنترل دسترسی‌ها، بررسی و بهینه سازی پرس و جوها و کنترل همزمانی‌ها و سالم بودن پایگاه داده‌ها را به عهده دارد، Front-end شامل ابزارهایی برای نمایش و زیبا سازی نتایج پرس و جو‌ها مثل ابزارهای تولید فرم‌ها و ابزارهای گزارش گیری می‌باشد [1]. برای ایجاد ارتباط درست میان دو قسمت فوق نیازمند یک لایه و بستر می‌باشیم. این بستر می‌تواند از دو طریق دستورات SQL و یا API‌ها برقرار شود. در مقایسه این نوع معماری با معماری متتمرکز با استفاده از پردازنه‌های مرکزی می‌توان افزایش میزان کاربری سیستم با توجه به هزینه، آسان تر شدن گسترش و توزیع منابع، تولید واسطه‌های کاربر بهتر و راحت تر شدن نگهداری سیستم را نام برد.



شکل(۱) : بهینه سازی پرس و جوی توزیعی

ورودی در شکل فوق یک پرس و جوی بروی داده توزیع شده در حساب رابطه ای می باشد. لایه های اصلی برای پرس و جوی توزیع شده در داخل یک توالی عملیات محلی بهینه شده قرار گرفته است، هر عامل بروی یک پایگاه داده محلی است. این لایه ها تجزیه توابع پرس و جو، محلی کردن داده، بهینه سازی سراسری پرس و جو و بهینه سازی محلی پرس و جو را اجرا می کنند. تجزیه محلی کردن پرس و جو داده مربوط به پرس و جو بازنویسی می باشد. سه لایه اول بوسیله یک محل مرکزی انجام می شود و مورد استفاده اطلاعات سراسری است. بهینه سازی محلی توسط مکان های محلی انجام شده است. سه نوع از انواع معمول الگوریتم ها برای بهینه سازی Join- ordering الگوریتم های قطعی، زنتیک و تصادفی هستند [7]. زمان پردازش محلی شامل موارد زیر می باشد: نوع عملیات، اندازه هی رابطه ورودی، سرعت CPU و سرعت خروجی سایت منتخب

پس،

برای بهینه سازی پرس و جو در یک محیط کلاینت/서ور باید اطلاعات کافی در مورد مکان های داده ها داشته باشیم تا بتوانیم با توجه به آن بهترین روش را برای دسترسی به داده ها پیدا کنیم. مهمترین مسئله در اینجا تجزیه کردن پرس و جوها می باشد. پردازش پرس و جوی توزیع شده در سه مرحله ی فاز پردازش محلی، فاز ساده سازی و فاز پردازش انجام می گیرد، در فاز پردازش محلی گزینش ها و انتخاب انجام می گیرد و در فاز ساده سازی از یک کاهنده برای کم کردن اندازه هی رابطه ها استفاده می شود و در فاز پردازش نهایی نتایج رابطه ها در یک جا جمع شده و نتیجه هی نهایی پرس و جو ایجاد و فرستاده می شود. در اینجا به این خاطر که از موادی سازی کمتری استفاده می شود پدیده ی سربار زیاد انتقال را داریم [2]. در پردازش پرس و جوی توزیع شده، یکسری عملیات تحت عنوان عملیات عمومی نیز وجود دارد که این عملیات شامل قسمت بندی یک رابطه در داخل قطعه ها، اجتماع قطعه ها از کل رابطه و انتقال یک رابطه / قطعه از یک پایگاه داده به دیگر پایگاه داده می باشد [3]. برای ساده سازی انتقال داده و برای مرحله ی پردازش پرس و جوی توزیع شده از نیم پیوند و پیوند متوالی استفاده می شود، در نیم پیوند عملیات پیوند برای کاهش پردازش پرس و جو استفاده می شوند و با استفاده از احیا کننده ی پیوند یک پرس و جو در داخل پیوند های متوالی ترجمه می شود و هر پیوند بوسیله ی یک عملگر رابطه ای به طور محلی با توجه به محل عملگر های دیگر پیاده سازی می شود. همچنین می توان از ترکیب پیوند ها و نیم پیوند ها برای بهبود پردازش پرس و جوی توزیع شده استفاده کرد [4,5].

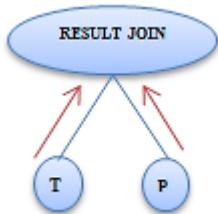
۲- جزئیات مدل های هزینه ی پردازش پرس و جو

یک متداول‌تری پردازش پرس و جو توزیع شده شرح داده است که در شکل ۱ نشان داده شده است [6].

ورودی در شکل فوق یک پرس و جو بروی داده توزیع شده در حساب رابطه ای می باشد. لایه های اصلی برای پرس و جوی توزیع شده در داخل یک توالی عملیات محلی بهینه شده قرار گرفته است، هر عامل بروی یک پایگاه داده محلی است. این لایه ها تجزیه توابع پرس و جو، محلی کردن داده، بهینه سازی سراسری پرس و جو و بهینه سازی محلی پرس و جو را اجرا می کنند. تجزیه محلی کردن پرس و جو داده مربوط به پرس و جو بازنویسی می باشد. سه لایه اول بوسیله یک محل مرکزی انجام می شود و مورد استفاده اطلاعات سراسری است. بهینه سازی محلی توسط مکان های محلی انجام شده است.

بهینه سازی محلی توسط مکان های محلی انجام شده است

برای محاسبه‌ی هزینه ارتباطی فرض می‌کنیم گرافی مانند شکل زیر داریم که در واقع موقعی هیچ رابطه‌ای برای اتصال وجود نداشته باشد در هر کدام از سایتها عملیات اتصال به گره بالایی صورت می‌گیرد.



شکل(۲): گراف با دو گره که هر نود معرف یک سایت می‌باشد



شکل(۳): گراف با یک گره سمت چپ یا راست که هر نود معرف یک سایت می‌باشد.

= تعداد برگهای زیر درخت و جمع تمام زیر پرس و جوی های در سایت T یا جمع تمام زیر پرس و جوی های در سایت P

هزینه‌ی ارتباطی قسمت اول (وجود زیر پرس و جوی J در سایت P برای برگ اول توسط پرس و جوی K) + (وجود زیر پرس و جوی J در سایت T برای برگ اول توسط پرس و جوی K) جمع همه رابطه‌ی یا نتیجه میانی i = هزینه‌ی ارتباطی قسمت دوم + (انتقال نتیجه میانی بلاک i توسط زیر پرس و جوی J در برگ اول و یا دوم و یا هردو در سایت p) (نتیجه i بوسیله‌ی زیر پرس و جوی J در برگ اول و یا برگ دوم سایت p و یا هردو توسط پرس و جوی k) اگر هردو پیوند قبلی و اجرای آن در یک سایت باشد رابطه‌ی هزینه ارتباطی قسمت دوم صفر می‌شود.

$$Total cost = \sum_j localP_j^k + COMM_j^k \quad (1)$$

که j نشان دهنده‌ی تعداد زیر پرس وجوه‌ای k نام خود پرس وجوی افزار شده می‌باشد. $LocalP_j^k$ نشان دهنده‌ی زمان پردازش محلی j زیر پرس وجوی k می‌باشد. $COMM_j^k$ یعنی زمان انتقال رابطه مورد نظر که در واقع پرس وجوی k به j زیر پرس وجوی افزار شده است.

$$subQ_{jt}^k = \begin{cases} \text{صفر عدم وجود زیرپرس وجوی } j \text{ در سایت } t \\ \text{برای پرس وجوی } k \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{یک وجود زیرپرس وجوی } j \text{ در سایت } t \\ \text{برای پرس وجوی } k \end{cases}$$

۱-۲- محاسبه‌ی پردازش محلی

برای محاسبه‌ی پردازش محلی، بستگی به نوع عملیات، سرعت CPU، اندازه‌ی رابطه و سرعت ورودی سایت منتخب می‌باشد. پردازش محلی از دو بخش ورودی/خروجی و پردازش تشکیل شده است که به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$= \text{مجموع تمام زیر پرس وجوهای سایت } t$$

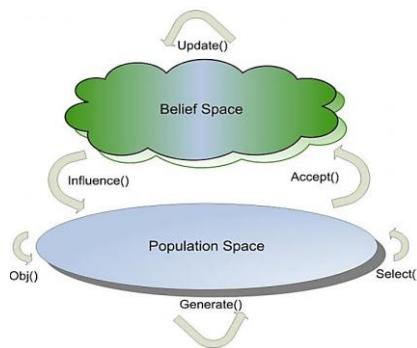
پردازش محلی (ورودی/خروجی)(تعداد بلاک رابطه‌ی i که توسط زیر پرس وجوی j رابطه‌ی K + (رابطه‌ی یا رابطه‌ها i توسط زیر پرس وجوی j برای پرس وجوی k)

$$= \text{مجموع تمام زیر پرس وجوهای سایت } t$$

پردازش محلی (CPU)(تعداد بلاک رابطه‌ی i که توسط زیر پرس وجوی j رابطه‌ی K + (رابطه‌ی یا رابطه‌ها i توسط زیر پرس وجوی j برای پرس وجوی k)

۲-۲- محاسبه‌ی هزینه ارتباطی

می باشد. فضای باور اطلاعات و تجربیات را ذخیره می کند. که بواسیله منحصر بفرد ها در طول پردازش تکاملی مورد استفاده قرار می گیرد [10]. همانطور در شکل ۴ نشان داده شده، منحصر بفرد ها براساس تابع کارایی ارزیابی می شوند. بعضی منحصر بفرد ها از فضای جمعیت بواسیله تابع پذیرش انتخاب می شوند و اطلاعات فضای باور را بروز رسانی می کنند.



شکل (۴): چارت الگوریتم فرهنگی

همچنین شیوه کد الگوریتم مانند زیر می باشد :

```

Begin
t=0;
Initialize Population Space POP(t);
Initialize Belief Space BLF(t);
Repeat
Evaluate Population POP(t);
Update(BLF(t), Acceptance (POP(t)));
Variation(POP(t), Influence(BLF(t)));
t=t+1;
Select POP(t) from POP(t-1);
Until termination condition achieved;
End

```

۳- شرح الگوریتم پیشنهادی

ابتدا فضای جمعیت بصورت تصادفی مقداردهی اولیه می شود. هریک از اعضای فضای جمعیت نشان دهنده یک راه حل برای مسئله می باشد. در واقع هریک از راه حل ها یک کروموزوم نامیده می شود. کروموزوم ها براساس شایستگی آنها ارزیابی می شوند. نمایش کروموزوم ها بصورت اعداد صحیح می باشد. تعداد اعضای فضای جمعیت به تعداد عملیات ها پرس و جو و تعداد سایت ها می باشد. پس اندازه فضای جمعیت به تعداد سایت ها موجود در شبکه

برای محاسبه زمان پاسخ در اینجا، در سیستم پایگاه داده توزیعی، تجزیه ی یک پرس و جو به یک زیر پرس و جو این امکان را می دهد که فرآیند پردازش به صورت موازی انجام شود و همچنین رابطه های میانی می توانند برای پردازش به سایت های موازی وجود دارد: صورت موازی فرستاده شوند. در کل دو نوع اجرای موازی وجود دارد: یکی عملیات درونی و دیگری عملیات داخلی، در عملیات درونی، برروی عملیات انتقال انفرادی خط لوله به صورت موازی صورت می گیرد که هر کدام از سایت ها به صورت موازی کار می کند. در عملیات داخلی، چندین زیر پرس و جو در یک پرس و جو می توانند به صورت موازی اجرا شوند [8].

= زمان پاسخ زیر پرس و جوی \bar{J} توسط پرس و جوی k

(پردازش محلی زیر پرس و جوی \bar{J} توسط پرس و جوی k)
+ (هزینه ی ارتباطی زیر پرس و جوی \bar{J} که توسط پرس و جوی k در برگ اول (p) (زمان پاسخ زیر پرس و جوی \bar{J} توسط پرس و جوی k)

لازم به ذکر است قسمت سوم رابطه فوق به صورت تابع بازگشتی می باشد یعنی از برگ شروع کرده تا به ریشه می رسد و زمان های پاسخ را جمع می کند.

در اینجا زمان های پاسخ مختلفی به وجود می آید و حالت های مختلفی باید بررسی شود اما با رشد درجه های موازی زمان پاسخ کمینه می شود و با کمینه شدن زمان کل و با به کارگیری بهبود منابع، بهره ی ورودی سیستم افزایش پیدا می کند.

۴- الگوریتم فرهنگی

الگوریتم های فرهنگی توسط (Reynolds, 1994) معرفی شده است [9]. که شامل دو مولفه فضای باور و فضای جمعیت می باشد. فضای جمعیت، شامل مجموعه ای منحصر بفرد که کاندید جواب مسئله

برای طراحی فضای جمعت به تعداد سایت کروموزم وجود دارد و هر کروموزم از چهار ژن تشکیل شده است. و هر ژن به ترتیب نشان دهنده اولویت، تاریخ، هزینه ای ارتباطی و زمان پردازش می باشد. که یک کروموزم به صورت تصادفی تولید می شود و تشکیل جمعیت را می دهد.

۴-۳-۳- طراحی فضای باور

ابتدا، یک ماتریس چهار در چهار در نظر گرفته می شود که هر سطر آن یک کروموزم می باشد و با اعداد ۱۰۰ و ۱۰۰۱ پر می شود سپس در طول تولید نسل براساس بهترین شایستگی کروموزم ها به روز شده می گیرد. ۲۰٪ از منحصر بفرد های فضای باور، عنوان منحصر بفرد های فضای جمعیت انتخاب می شوند. در واقع این ۲۰٪ برای عمل crossover و جهش انتخاب می شوند. که در شکل زیر مشاهده می کنید.

۱	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

شکل ۵- مقدار دهی اولیه ای فضای باور

۴-۳-۴- طراحی تابع پذیرش

تابع پذیرش در واقع تصمیم گیری می کند که کدام منحصر بفرد ها روی فضای باور تاثیر پیدا کنند. که در واقع درصدی از منحصر بفرد های فضای جمعیت می باشند. یعنی منحصر بفرد هایی با شایستگی بالا جایگزین منحصر بفرد هایی با شایستگی پایین می شود.

۴-۴- طراحی تابع موثر

بعد از اینکه منحصر بفرد ها بعد از k تا تولید نسل ارزیابی شده اند، ۱۵٪ از منحصر بفرد هایی از فضای باور جایگزین منحصر بفرد ها با شایستگی پایین می شود.

۵- آزمایش ها

در آزمایش های بعمل آمده به این نتیجه رسیده ایم برای رسیدن به نقطه بهینه پارامتر تولید نسل باید برابر ۶۰ و الگوریتم محدودیتی در تعداد سایت ها ندارد و با کمترین زمان ممکن بهترین سایت ها را برای ارسال زیرپرس و جو در نظر می گیرد. در این نسل هم زمان پاسخ و

می باشد. عمل جهش در انتهای کار بصورت تصادفی روی یکی از ژن های کروموزم صورت می گیرد. برای Crossover کردن و تولید مثل از روش One-point بکار گرفته می شود. برای انتخاب کروموزم ها برای عمل Crossover و جهش از تابع Roulette Wheel Selection استفاده می شود. در این الگوریتم به کرموزم ها با شایستگی بالا توجه شده است به عبارت دیگر به نسبه گرایی توجه زیادی دارد. بخاراینکه الگوریتم زود به همگرایی برسد که باعث می شود زمان پاسخ زیرپرس و جو کمینه می شود. برای اینکار ما در این الگوریتم فشار انتخاب را زود کاهش داده ایم. بعد از مدتی تولید نسل الگوریتم به همگرایی رسیده و بهترین سایت های کاندید برای ارسال زیرپرس و جو انتخاب می شود.

Input: N site with Different Qualification

Output site with ascending priority

Method:

Do

{

Generation =0;

Generate Initial Population of site plans

Generate Initial Belief space

Compute Fitness for each Chromosome

Compute Sort to Ascending

For each $i,j ; i,j..4$

Update Belief Space()

{

if Belief space[i,j]<pop[i,j]

Belif space[i,j]=pop[i,j]

if Belief space[i,j]>pop[i,j]

Belif space[i,j]=pop[i,j]

Create_child()

If (Belif space[i,j]<pop[i,j])

child[i,j]=random(Belif space[i,j],pop[i,j])

else if Belif space[i,j]>pop[i,j]

child[i,j]=random(Belif space[i,j], pop[i,j])

else

child[i,j]=random(Belif space [i,j],100)

}

Replace_child();

While (n>0)

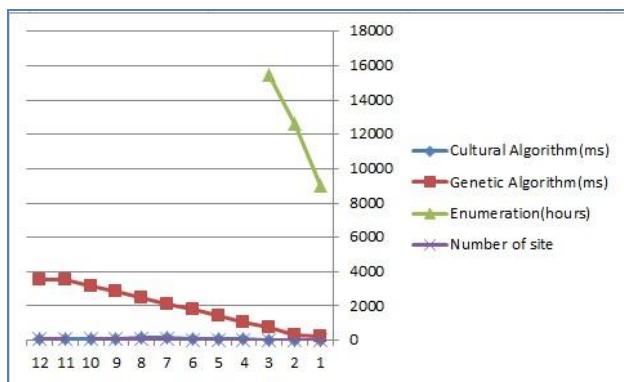
}

۴-۲- فضای جمعیت

Number of Site	Enumeration (Hours)	Genetic Algorithm (Second)	Cultural Algorithm (millisecond)
3	2.5	20	3
5	Up 2.5	30	7
10	Up 43	73	24
20	----	108	73
30	----	143	64
40	----	178	100
50	----	213	186
60	----	248	170
70	----	283	107
80	----	317	77
90	----	352	94

جدول (۱): مقایسه زمان پاسخ شمارشی، الگوریتم ژنتیک و فرهنگی

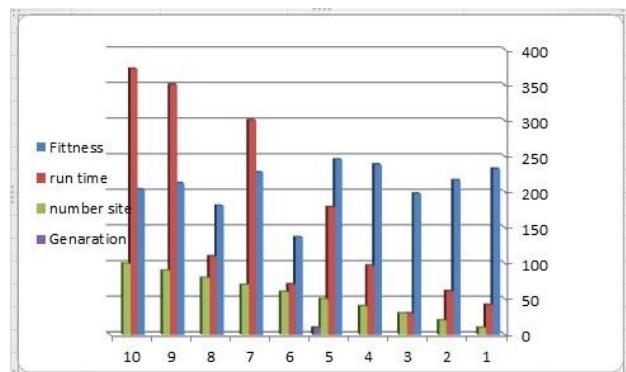
همچنین این روند بهبود زمان پاسخ در نمودار زیر نشان داده است.



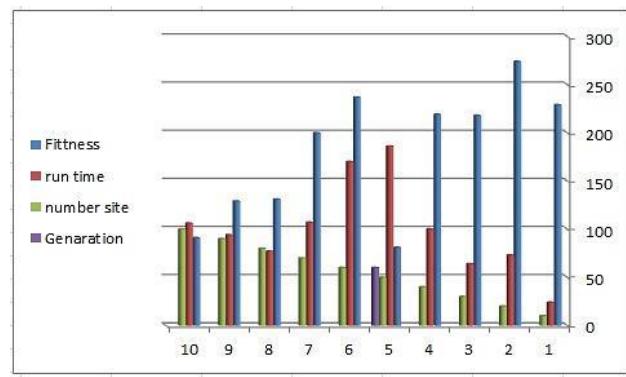
شکل (۸): نمودار زمان پاسخ

در روش پیشنهادی برای حل مسئله نحوه تخصیص زیر پرس وجودها به سایت های مختلف در فضای شبکه می باشد. در واقع زمان پاسخ کمینه می شود. بعلت اینکه الگوریتم فرهنگی یک الگوریتم متاهیوریستیک می باشد امکان موازی سازی در سایت مختلف را دارد. می باشد. و باعث می شود زیر پرس و جوهای بیشتری را به سایت ها داده و باعث صرفه جویی در زمان پاسخ می شود. و به نسبت روش های با شمارش جامع و الگوریتم ژنتیک از کارایی و عملکرد بهتری برخوردار می باشد. ولی می توان برای بدست آوردن جواب بهینه تر می توان پارامترهای این روش را با دقت بیشتری انتخاب نمود تا به جواب با کارایی بالاتری دست پیدا کنیم.

شاپیستگی نیز کمینه می شود در نسل های ابتدایی روند خوبی نداشته ولی به مرور زمان روند بهتری پیدا می کند که در نمودار آمده است.



شکل (۶): جواب مسئله در نسل ابتدایی



شکل (۷): جواب مسئله در نسل پایانی

۶- مقایسه

در مقایسه ها بعمل آمده برای تعداد سایت های مختلف و محاسبه آن بصورت شمارشی و الگوریتم ژنتیک و الگوریتم فرهنگی زمان پاسخ کمینه برای الگوریتم فرهنگی نتیجه قابل توجهی داشته است. و حتی با افزایش تعداد سایت اختلاف سرعت زمان پاسخ بیشتر می شود که در جدول زیر مشاهده می شود.

مراجع

- [1] Alom. B.M. Monjurul, Henskens.Frans And Hannaford.Michael,"*Query Processing and Optimization in Distributed Database Systems*", IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.9 No.9, September 2009 .
- [2] C. Wang and M.-S. Chen, "*On the Complexity of Distributed Query Optimization*," IEEE vol. 8, pp. 650-662, 1994.
- [3] C. Liu and C. Yu, "*Performance Issues in Distributed Query Processing*," IEEE, vol. 4:8, pp. 889-905, 1993.
- [4] M. S. Chen and P. S. Yu, "*Combining Join and Semi Operations for Distributed Query Processing*," IEEE Trans. of Knowledge & Data Engineering, vol. 5:3, pp.534-542, 1993.
- [5] M. S. Chen and P. S. Yu, "*A Graph Theoretical Approach to Determine a Join Reducer Sequences in Distributed Query Processing*," IEEE Trans. of Knowledge & Data Engineering, vol. 6:1, pp. 152-165,1994.
- [6] M. Tamer Özsu, Patrick Valduriez, "*Principles of Distributed Database systems,third Edition*", Prentice Hall, ISBN 0-13-659707-6, 2011.
- [7] Kristina Zelenay, "*Query Optimization*",ETH Zürich, Seminar Algorithmen für Datenbanksysteme 2005.
- [8] Cornell, D.W. & Yu, P.S," *On optimal site assignment for relations in the distributed database environment*". IEEE Transactions on Software Engineering, 15 (8),1004-1009. 1989
- [9] Reynolds, R. G., "*An Introduction to Cultural Algorithms*", Proceedings of the Third Annual Conference on Evolutionary Programming, San Diego, California, pp. 131-139, February 24-26, 1994.
- [10] X. Yuan, Y. Yuan." *Application of cultural algorithm to generation scheduling of hydrothermal systems*", Energy Conversion and Management, vol. 47, no. 15-16, pp. 2192–2201,2006