

## ارائه یک مکانیزم کنترل همروندی برای سیستم‌های پایگاه داده‌ای بلادرنگ توزیع شده

### سیار

فریبرز محمودی

دانشگاه آزاد اسلامی قزوین، دانشکده برق، رایانه و فناوری اطلاعات، قزوین، ایران

Mahmoudi@itrc.ac.ir

سعید صبامینیری

دانشگاه آزاد اسلامی قزوین، دانشکده برق، رایانه و فناوری اطلاعات، قزوین، ایران

Saba\_Moniry@Hotmail.com

محمدباقر مرادی قشلاق

دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیبستر، دانشکده فنی مهندسی، شیبستر، ایران

Mb.Moradi@Gmail.com

یکی از بحث‌های مهم در تضمین دقت اجرای تراکنش، کنترل همروندی است. با این وجود، مکانیزم‌های کنترل همروندی مورد استفاده در سیستم‌های پایگاه داده‌ی عادی، برای سیستم‌های پایگاه داده بلادرنگ مناسب نیستند. تراکنش‌های بلادرنگ حیاتی بوده و باید طوری زمانبندی شوند تا مهلت زمانی آنها ارضاء شود (یعنی اجرای هر تراکنش بایستی قبل از اتمام مهلت زمانی تعیین شده پایان پذیرد). پروتکل‌های کنترل همروندی معمولی همانند قفل‌گذاری دو مرحله‌ای و خوشبینانه، تراکنش‌ها را بر اساس اصول یکسانی زمانبندی می‌کنند. ممکن است تراکنش‌های با اولویت بالاتر با مساله وارونگی اولویت درگیر باشند. وارونگی اولویت به وضعیتی گفته می‌شود که در آن یک تراکنش با اولویت بالا بوسیله تراکنشی با اولویت کمتر بلوکه شود [۱۰ و ۹].

در این مقاله، بحث کنترل همروندی در سیستم‌های MDRTDBS را مورد مطالعه قرار می‌دهیم. بر اساس مکانیزم‌های HP-2PL<sup>۱</sup> و DHP-2PL<sup>۲</sup>، مکانیزم HPFS-2PL<sup>۳</sup> را برای این سیستم‌ها پیشنهاد می‌کنیم. مزیت استفاده از الگوریتم پیشنهادی این است که در آن علاوه بر اینکه اولویت تراکنش‌ها مد نظر قرار دارند، زمان سکون آنها نیز در نظر گرفته می‌شود تا بدین وسیله از Miss شدن غیر ضروری تراکنش‌ها در زمانی که امکان اجرای کامل آنها وجود دارد، جلوگیری شود.

ما تراکنش‌هایی را در نظر می‌گیریم که بصورت یکنواخت (Flat) و ساده بوده و نیز دارای عملیات خواندن و نوشتن هستند. برای ارزیابی کارایی مکانیزم پیشنهادی، یک مدل شبیه سازی دقیق از محیط‌های سیار توسعه داده و سپس با استفاده از این مدل، آزمایش‌های مختلفی را انجام داده‌ایم تا بدین وسیله، توانایی مکانیزم ارائه شده را نمایش دهیم.

باقیمانده مطالب این مقاله به شکل زیر سازماندهی شده است: در بخش ۲ ویژگی‌های مدل محیط‌های پایگاه داده‌ای بلادرنگ توزیع شده سیار و مدل تراکنش مورد استفاده در این محیط‌ها ارائه شده است. در بخش ۳ دو مورد از سیاست‌های موجود برای تخصیص اولویت به تراکنش‌ها بررسی شده و در بخش ۴ یک مکانیزم کنترل همروندی برای پایگاه داده‌های بلادرنگ توزیع شده و سیار پیشنهاد شده است. آزمایش‌ها و شبیه‌سازی‌های انجام شده و پارامترهای مورد بررسی در آنها نیز در بخش ۵ آورده شده است. در نهایت، نتیجه‌گیری در بخش ۶ بیان شده‌اند.

**چکیده:** با پیشرفت‌های سریع در زمینه تکنولوژی محاسبات سیار، نیاز به پردازش تراکنش‌های بلادرنگ در محیط سیار رو به افزایش است. در این مقاله مساله‌ی کنترل همروندی در سیستم‌های پایگاه داده‌ای بلادرنگ توزیع شده‌ی سیار (MDRTDBS) را مورد مطالعه قرار داده‌ایم و بر اساس مکانیزم‌های HP-2PL و DHP-2PL یک پروتکل جدید قفل‌گذاری بلادرنگ توزیع شده برای سیستم‌های MDRTDBS ارائه کرده‌ایم. در پروتکل ارائه شده، جهت برطرف نمودن برخورد میان تراکنش‌ها از خصوصیات اولویت و زمان سکون تراکنش‌ها استفاده شده است. بعلاوه، یک طرح توارث اولویت نیز در این پروتکل در نظر گرفته شده است. در ضمن به منظور ارزیابی بهتر کارایی مکانیزم ارائه شده، یک مدل شبیه‌سازی جامع توسعه داده شده است. نتایج آزمایش‌های انجام شده نشان می‌دهد که پروتکل ارائه شده کارایی بهتری نسبت به پروتکل‌های DHP-2PL و HP-2PL دارد.

**واژه‌های کلیدی:** کنترل همروندی، سیستم‌های پایگاه داده‌ای بلادرنگ توزیع شده، پایگاه داده‌های بلادرنگ سیار، سیاست تخصیص اولویت، تراکنش یکنواخت، زمانبندی تراکنش‌ها.

### ۱- مقدمه

پیشرفت‌های اخیر در زمینه تکنولوژی ارتباط بی‌سیم، سرویس‌های اطلاعاتی سیار را محقق ساخته است [۱۴ و ۳ و ۴]. از نمونه‌های جدید سیستم‌های محاسباتی سیار<sup>۱</sup> می‌توان به مواردی همچون سیستم‌های پزشکی از راه دور<sup>۲</sup>، سیستم‌های اطلاعات و راهبری بلادرنگ ترافیک، و سیستم‌های خرید و فروش سهام سیار<sup>۳</sup> اشاره کرد. تکنولوژی محاسباتی سیار، نه تنها توزیع‌شدگی و جریان اطلاعات را بهبود می‌دهد، بلکه بطور همزمان، عملکرد برنامه‌های کاربردی پایگاه داده بلادرنگ را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد. تحقق دسترسی فوری به اطلاعات در شبکه‌های سیار، به پردازش بلادرنگ تراکنش‌ها بستگی دارد و این موضوع موجب می‌شود تا مساله‌ی دقت در دسترسی به داده‌ها به یک موضوع مهم و حیاتی تبدیل شود. در نتیجه، در سالهای اخیر پژوهش در زمینه‌ی پردازش تراکنش‌های بلادرنگ نرم در سیستم‌های پایگاه داده‌ای بلادرنگ توزیع شده‌ی سیار (MDRTDBS<sup>۴</sup>)، مورد توجه بیشتری واقع شده است [۱۴ و ۷ و ۵].

$T_{Update}$  مدت زمان لازم برای بهنگام‌سازی یک آیتم داده‌ای و  $OpNum$  بیانگر تعداد عملیات موجود در تراکنش می‌باشد. اگر اجرای تراکنشی نتواند قبل از مهلت زمانی‌اش کامل شود، Miss خواهد شد. یک تراکنش می‌تواند به آیتم‌های داده‌ای موجود در سایتهای مختلف دسترسی داشته باشد. زمانیکه اجرای تمام عملیات یک تراکنش خاتمه می‌یابد، یک پروتکل نهایی‌سازی<sup>۱۲</sup> برای تضمین خاصیت تجزیه‌ناپذیری تراکنش اجرا خواهد شد. فرض بر این است که برای نهایی‌شدن تراکنش‌ها از پروتکل نهایی‌سازی دو مرحله‌ای<sup>۱۳</sup> استفاده می‌شود. برخی از مشخصات کلی تراکنش‌ها در جدول ۱ آمده است.

جدول (۱): مشخصات تراکنش‌های یکنواخت

پارامتر	مفهوم
$T_i$	تراکنش نام
$D(T_i)$	مهلت زمانی (فرجه) $T_i$
$P(T_i)$	اولویت $T_i$
$V(T_i)$	ارزش $T_i$
$ArrTime(T_i)$	زمان ورود $T_i$ به سیستم
$SlackTime(T_i)$	زمان سکون $T_i$
$StartTime(T_i)$	زمان شروع $T_i$
$ExTime(T_i)$	مدت زمان تخمینی مورد نیاز برای اجرای $T_i$
$RemExTime(T_i)$	زمان اجرای باقیمانده $T_i$
$ElaExTime(T_i)$	زمان اجرای سپری شده $T_i$

### ۳- سیاست‌های تخصیص اولویت

یک زمانبند بلادرنگ شامل یک سیاست تخصیص اولویت و یک مکانیزم کنترل همروندی بلادرنگ است. چندین طرح تخصیص اولویت برای زمانبندی تراکنش‌های یکنواخت در سیستم‌های مدیریت پایگاه داده بلادرنگ استفاده می‌شود. بدون اولویت‌دهی، دو تراکنش  $T_i$  و  $T_j$  واحدهای دیسک و CPU را بصورت اشتراکی استفاده می‌کنند و این ممکن است باعث شود قبل از اینکه تراکنشی اجرای خود را تمام کند، مهلت زمانی خود را از دست بدهد[۹]. در ادامه‌ی این بخش، دو سیاست تخصیص اولویت را مورد بررسی قرار می‌دهیم که در آزمایش‌های انجام شده از آنها استفاده شده است و در بخش بعدی، مکانیزم کنترل همروندی پیشنهادی را ارائه خواهیم نمود.

- سیاست ED (Earliest Deadline): در سیاست ED، اولویت بالا به تراکنش‌هایی با زودترین مهلت زمانی تخصیص داده می‌شود[۱۰]. فرمول تخصیص اولویت در این سیاست بصورت زیر است:

$$P(T_i) \leftarrow 1/D(T_i) \quad (3)$$

- سیاست HV (Highest Value): مشکل سیاست ED این است که این سیاست ارزش تراکنش‌ها را در نظر نمی‌گیرد. تخصیص اولویت بالا به تراکنش‌هایی با ارزش بالا، سیاست HV نامیده می‌-

### ۲-۲ مدل سیستم‌های پایگاه‌داده‌ای بلادرنگ توزیع‌شده‌ی سیار

#### ۱-۲ مدل سیستم

یک محیط MDRTDBS شامل چهار مولفه‌ی اصلی است که عبارتند از: سرویس‌گیرنده‌های سیار (MC)، ایستگاه‌های اصلی<sup>۱۴</sup>، شبکه سیار، و محل سوئیچینگ اصلی (MTSO)<sup>۱۴</sup>. فرض می‌شود که شبکه سیار، یک شبکه‌ی رادیویی بوده و کل دامنه‌ی سرویس به تعدادی سایت تقسیم شده باشد. در هر سایت یک ایستگاه اصلی وجود دارد که ارتباط سرویس‌گیرنده‌های مربوط به آن سایت را فراهم می‌کند. ایستگاه‌های اصلی سایتهای مختلف از طریق شبکه‌ی سیمی نقطه-به-نقطه به MTSO متصل می‌شوند. بنابراین، ارتباط‌های بین ایستگاه‌های اصلی و MTSO نسبت به ارتباط‌های بین ایستگاه‌های اصلی و سرویس‌گیرنده‌های سیار، کارا تر و قابل اطمینان تر هستند. همچنین فرض می‌شود که یک پایگاه داده بلادرنگ وجود دارد که در سایتهای مختلف توزیع شده است. بدین ترتیب که در کنار ایستگاه اصلی هر سایت، بخشی از این پایگاه داده موجود می‌باشد. نحوه دسترسی MCها به داده‌های این پایگاه داده بدین شکل است که اگر یک MC قصد دسترسی به داده‌ای را در همان سایت داشته باشد، این کار را از طریق ایستگاه اصلی آن سایت انجام می‌دهد و در غیر اینصورت، اگر نیاز به دسترسی نمودن به داده‌های سایتهای دیگر داشته باشد، این کار را از طریق MTSO انجام می‌دهد

#### ۲-۲ مدل تراکنش

فرض می‌شود که تراکنش‌های موجود در سیستم MDRTDBS از نوع تراکنش‌های یکنواخت بوده و دارای مجموعه‌ای از عملیات خواندن و نوشتن است. به محض ورود تراکنش‌ها به سیستم، بر حسب اهمیت تراکنش‌ها، به هر یک از آنها یک مهلت زمانی داده می‌شود که مقدار آن با استفاده از رابطه‌ی (۱) بدست می‌آید:

$$D(T) = ArrTime(T) + ExTime(T) * SlackFactor \quad (1)$$

در رابطه (۱)،  $D(T)$  نشان‌دهنده مهلت زمانی تراکنش  $T$ ،  $ArrTime$  زمان ورود تراکنش به سیستم،  $ExTime$  زمان اجرای تخمینی برای تراکنش  $T$ ، و  $SlackFactor$  بیانگر فاکتور سکون است که عددی بین ۱،۵ و ۳ بوده و با استفاده از آن می‌توان میزان سفتی/نرمی<sup>۱۱</sup> بلادرنگ بودن تراکنش را تعیین نمود. و نیز مقدار پارامتر  $ExTime(T)$  در این رابطه با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$ExTime(T) = (T_{Lock} + T_{Process} + T_{Update}) * OpNum \quad (2)$$

که در رابطه‌ی (۲)،  $T_{Lock}$  مدت زمان لازم برای قفل کردن یک آیتم داده‌ای،  $T_{Process}$  مدت زمان لازم برای پردازش یک عمل تراکنش،

برای حل این مشکل الگوریتم پیشنهادی، از یک روش قفل‌گذاری استفاده می‌کند که در آن علاوه بر در نظر گرفتن شرایط فوق، از زمان سکون تراکنش نیز برای تصمیم‌گیری در مورد بلوکه کردن تراکنش درخواست کننده قفل، استفاده می‌شود. بعنوان مثال، اگر  $T_i$  تراکنش درخواست کننده قفل و  $T_j$  تراکنشی باشد که قفل درخواست شده را در اختیار دارد، با فرض اینکه  $T_i$  دارای اولیوی بالاتر از  $T_j$  باشد، بررسی می‌شود که آیا زمان سکون  $T_i$  بزرگتر مساوی زمان اجرای باقیمانده  $T_j$  است یا نه. اگر چنین باشد  $T_i$  بلوکه شده و  $T_j$  به اجرای خود ادامه می‌دهد و اولویت  $T_i$  را به ارث می‌برد تا از مشکل وارونگی اولویت اجتناب شود. در غیر اینصورت،  $T_j$  مجدداً راه‌اندازی شده و قفل مورد نظر به تراکنش  $T_i$  داده می‌شود تا بتواند اجرای خود را قبل از اتمام مهلت زمانی‌اش کامل کند. شبه کد مکانیزم کنترل همروندی ارائه شده، برای MDRTDBS در شکل (۱) نشان داده شده است.

#### ۵- شبیه‌سازی و نتایج آن

برای انجام شبیه‌سازی، یک مدل کلی برای سیستم MDRTDBS در نظر گرفته شده است که جزئیات آن در ادامه‌ی این بخش آمده است. در برنامه‌ی شبیه‌سازی توسعه داده شده، سعی شده است کارایی مکانیزم کنترل همروندی پیشنهادی، با سیاست‌های تخصیص اولویت ED و HV مورد بررسی قرار گرفته و نیز جهت نشان دادن کارایی بهتر مکانیزم پیشنهادی، آن را با دو مکانیزم ارائه شده‌ی قبلی (DHP-2PL و HP-2PL) مقایسه شده است. نتایج آزمایش‌های انجام شده، نشان می‌دهد که مکانیزم پیشنهادی نسبت به دو مکانیزم قبلی دارای کارایی بهتری از لحاظ معیار کارایی Miss-Ratio می‌باشد. فرمول این متریک بصورت زیر می‌باشد:

(۵)

$$MissRatio = \frac{\text{Number of transaction missing the deadline}}{\text{Total number of submitted transactions}} \times 100$$

ذیلا به توضیح مدل شبیه‌سازی و پارامترهای آن و نیز نتایج بدست آمده از آزمایش‌های انجام شده می‌پردازیم.

#### ۵-۱ مدل شبیه‌سازی

مدل در نظر گرفته شده برای شبیه‌سازی شامل یک پایگاه داده است که با استفاده از یک روش غیرتکرار روی  $N$  سایت توزیع شده است که این سایت‌ها از طریق شبکه نقطه-به-نقطه و MTSO به هم متصل هستند. هر سایت در این مدل شامل پنج مؤلفه است: (۱) تولید کننده تراکنش ( $^{15}TG$ ) که تراکنش‌ها را تولید می‌کند (شبیه‌سازی بارکاری تحمیلی از طرف سرویس‌گیرنده‌های سیار هر سایت)، (۲) مدیر تراکنش ( $^{16}TM$ ) که رفتار اجرای تراکنش را مدل می‌کند، (۳) مدیر کنترل همروندی ( $^{17}CCM$ ) که بعنوان مکانیزم کنترل همروندی، اجرای همروند تراکنش‌ها را مدیریت می‌کند، (۴) سرور پیغام ( $^{18}MS$ ) که پیغام‌های رد و بدل شده بین مدیر تراکنش این سایت و MTSO را

شود [۱۰]. فرمول تخصیص اولویت در این سیاست بصورت زیر است:

$$P(T_i) \leftarrow V(T_i) \quad (۴)$$

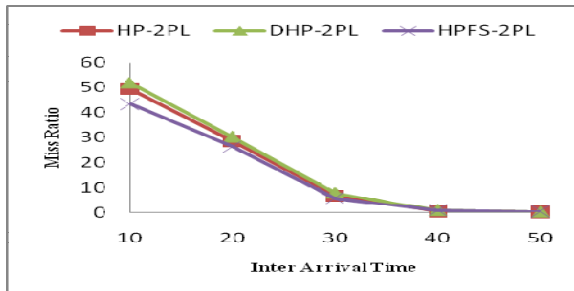
#### ۴- الگوریتم پیشنهادی برای کنترل همروندی در محیط‌های MDRTDBS

در طراحی پروتکل‌های کنترل همروندی برای MDRTDBS، دو نکته مهم شایان توجه وجود دارد: (۱) چگونه باید هزینه و سربار حل مساله برخورد را به حداقل رساند؛ و (۲) چگونه باید تاثیر شبکه سیار را بر کارایی پروتکل به حداقل رساند. راه‌اندازی مجدد تراکنش‌ها در یک محیط سیار، شدیداً پرهزینه است. طرح توارث اولویت برای برطرف نمودن مشکل وارونگی اولویت بکار می‌رود و از طرفی، زمانیکه از این طرح استفاده می‌شود، احتمال بروز بن‌بست وجود دارد. مساله بن‌بست در سیستم‌های بلادرنگ، خصوصاً در محیط‌های توزیع شده، امری نامطلوب است. این موضوع بدین خاطر است که نه تنها زمان پاسخ تراکنش را تا حد زیادی افزایش می‌دهد، بلکه منابع زیادی از سیستم را تلف می‌کند. تشخیص و حل بن‌بست در محیط توزیع شده ممکن است از لحاظ صرف منابع زیاد، پرهزینه باشد. روش متداول برای حل مساله بن‌بست در این محیط‌ها، روش time-out است که این روش بخاطر دشوار بودن تعیین طول بازه زمانی time-out، برای سیستم‌های RTDBS<sup>۱۴</sup> مناسب نیستند [۱۴].

برای حل مساله برخورد تراکنش‌ها، مکانیزم‌های متعددی ارائه شده‌اند که مکانیزم خوشبینانه یکی از آنها است. پروتکل‌های کنترل همروندی خوشبینانه در سیستم‌های پایگاه‌داده بلادرنگ متمرکز کارایی خوبی دارند، اما این روشها برای MDRTDBS مناسب نیستند و این بدین علت است که فاز اعتبارسنجی این پروتکل‌ها در این محیط‌ها می‌تواند بسیار پیچیده باشد [۸]. از سوی دیگر، در محیط‌های سیار، پهنای باند کم و امکان قطع ارتباط مداوم وجود دارد، بنابراین باید از روشی بعنوان مکانیزم کنترل همروندی استفاده کرد که تا حد امکان تعداد راه‌اندازی‌های مجدد تراکنش‌ها را به حداقل برساند زیرا انجام این کار در چنین محیط‌هایی بسیار پرهزینه می‌باشد. در منبع [۱۴] روشی بنام DHP-2PL ارائه شده است که در آن برای کاهش دادن تعداد راه‌اندازی‌های مجدد تراکنش‌ها بدین صورت عمل می‌شود که اگر اولویت تراکنش درخواست کننده قفل بیشتر از اولویت تراکنشی باشد که همان قفل را در اختیار دارد، و از طرف دیگر، تراکنش دارنده قفل در حال نهایی‌سازی باشد، در این موقعیت، این مکانیزم بدون در نظر گرفتن مهلت زمانی تراکنش درخواست کننده قفل (با اولویت بالا) آن را بلوکه می‌کند. حال آنکه در این روش اگر چنانچه تراکنش بلوکه شده (با اولویت بالا) از حساسیت و میزان بحرانی بودن بالایی برخوردار باشد، انجام این کار ممکن است خطرات جبران ناپذیری را در پی داشته باشد.

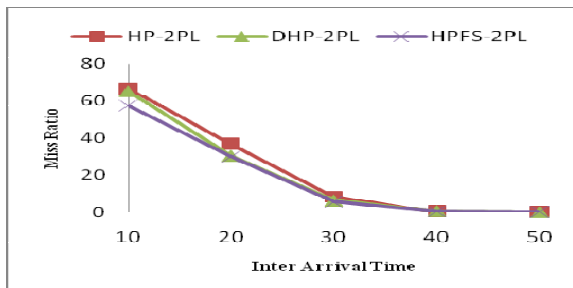
## ۳-۵ نتایج آزمایش‌ها

در برنامه‌ی شبیه‌سازی توسعه‌داده شده، فرض شده است که شبکه سیار، دارای ۸ سایت است که در هر سایت ۵۰۰ آیتم داده‌ای وجود دارد. اجرای عملیات شبیه‌سازی را در چنین محیطی، به ازای ۳۰۰ تراکنش تولید شده در هر سایت انجام داده‌ایم. شکل (۳) نتایج بدست آمده برای هر سه روش HP-2PL، DHP-2PL، و HPFS-2PL را با میانگین زمان ورودهای متفاوت و نیز سیاست تخصیص اولویت ED نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، زمانیکه نرخ ورود تراکنش‌ها بیشتر است، روش پیشنهادی نسبت به دو روش دیگر حدوداً ۱۰ درصد از لحاظ متریک کارایی (Miss-Ratio) عملکرد بهتری دارد.



شکل (۳): نتایج شبیه‌سازی برای روشهای مختلف، با استفاده از سیاست ED

شکل (۴) نتایج بدست آمده را با میانگین زمان ورودهای متفاوت و سیاست تخصیص اولویت HV نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، در این حالت نیز زمانیکه نرخ ورود تراکنش‌ها بیشتر است، روش پیشنهادی نسبت به دو روش دیگر، از لحاظ متریک کارایی (Miss-Ratio) حدوداً ۱۰ درصد عملکرد بهتری دارد. با مقایسه شکل (۳) و (۴) مشاهده می‌شود که روش DHP-2PL با سیاست HV بهتر از سیاست ED عمل می‌کند. علاوه بر این، مکانیزم پیشنهادی در شرایطی که بار کاری سیستم بیشتر است، عملکرد بهتری نسبت به دو روش دیگر از خود نشان می‌دهد.

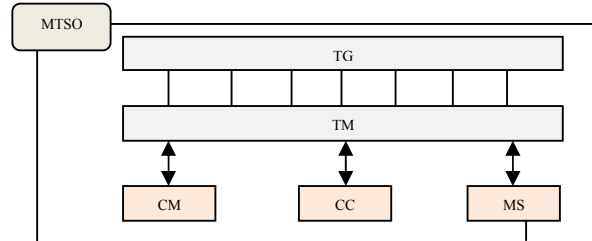


شکل (۴): نتایج شبیه‌سازی برای روشهای مختلف، با استفاده از سیاست HV

## ۶- نتیجه‌گیری

در سالهای اخیر طراحی سیستم‌های پایگاه داده‌ای بلادرنگ توزیع شده-ی سیار (MDRTDBS) رشد چشمگیری داشته است. به خاطر کیفیت ضعیف سرویس‌های فراهم شده توسط شبکه‌های سیار در

کنترل می‌کند و در نهایت، (۵) مدیر نهایی‌سازی (CM) که جزئیات پروتکل نهایی‌سازی را پیاده‌سازی می‌کند. علاوه بر مؤلفه‌های هر سایت، این مدل دارای یک محل سوئیچینگ اصلی (MTSO) است که رفتار ارتباطات سایت‌های شبکه را مدل می‌کند. الگوی کلی این مدل در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل (۲): ساختار مدل سیستم پایگاه داده‌ای توزیع شده سیار

## ۲-۵ پارامترهای شبیه‌سازی

ما برای ارزیابی عملکرد مکانیزم کنترل همروندی پیشنهادی از سیستم شبیه‌سازی که در زیربخش قبل مطرح شد، استفاده کرده‌ایم. در جدول (۲) لیستی از پارامترهایی که در شبیه‌سازی بکار رفته، ارائه شده است (این پارامترها مشابه پارامترهای بکار رفته در کارهای مرتبط هستند [۱۴ و ۱۳]). برای ایجاد حالت‌های برخورد بیشتر بین تراکنش‌ها، فرض شده است در این سیستم، ۸۰٪ عملیات تراکنش‌ها به ۲۰٪ اول آیتم‌های داده‌ای پایگاه داده دسترسی می‌کنند.

جدول (۲): پارامترهای مورد استفاده در شبیه‌سازی

پارامتر	مفهوم	مقدار پیش-فرض
NumCPU	تعداد CPU در هر سایت	1
NumSites	تعداد سایت‌های سیستم	8
DBsize	تعداد آیتم‌های داده‌ای موجود در هر سایت	500
SlackFactor	فاکتور سکون که در فرمول مهلت‌زمانی استفاده می‌شود	1.5-3
InterArrTime	میانگین زمان ورود تراکنش‌ها	10-50
OpNum	تعداد عملیات یک تراکنش	7-14
$P_{Write}$	احتمال اینکه عمل تراکنش نوشتن باشد	0.7
$P_{Read}$	احتمال اینکه عمل تراکنش خواندن باشد	0.3
$T_{Update}$	زمان لازم برای بهنگام‌سازی یک آیتم-داده‌ای	6ms
$T_{Process}$	زمان لازم برای پردازش یک عمل در CPU	24ms
$T_{Lock}$	زمان لازم برای قفل کردن یک آیتم داده-ای	1ms
MsgProcTime	زمان لازم برای پردازش یک پیام ارتباطی	1ms
ConflictLevel	x درصد عملیات (خواندن/نوشتن) روی اولین y درصد عناصر داده‌ای باشد	X=80, y=20

- [4] E. Pitoura and B. Bhargava. *Dealing with Mobility: Issues and Research Challenges*. Technical Report, Purdue University, 1993.
- [5] P. Xuan, O. Gonzalez, J. Fernandez and K. Ramamritham. Broadcast on Demand: Efficient and Timely Dissemination of Data in Mobile Environments, *Proceedings of 3rd IEEE Real-Time Technology Application Symposium*, (1997), 38-48 .
- [6] O. Ulusoy. Real-Time Data Management for Mobile Computing. In *Proceedings of International Workshop on Issues and Applications of Database Technology (IADT'98), Berlin, Germany*, (1998), 233-240.
- [7] E. Kayan and O. Ulusoy. An Evaluation of Real-Time Transaction Management Issues in Mobile Database Systems. *The Computer Journal*, 42( 6), (1999), 501-510.
- [8] K W Lam, K Y Lam and S L Hung. Distributed Real-time Optimistic Concurrency Control Protocol, In *Proceedings of International Workshop on Parallel and Distributed Real-time Systems, Hawaii*, (1996), 122-125.
- [9] M. Abdouli, B. Sadeg, L. Amanton, Scheduling Distributed Real-Time Nested Transactions, *Proceedings of the Eighth IEEE International Symposium on Object-Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC'05)* 0-7695-2356-0, (2004) IEEE.
- [10] H.-R. Chen and Y. Chin, An efficient real-time scheduler for nested transaction models, In *Ninth International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS'02)*, (2002).
- [11] J. Haritsa and K. Ramamritham. The prompt real-time commit protocol, *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems Journal*, 11(2),(2000).
- [12] K. Lam<sup>1</sup>, T. Kuo<sup>2</sup>, W. Tsang<sup>1</sup> and G. C.K Law, Concurrency Control In Mobile Distributed Real-Time Database Systems, (2000).
- محیطهای MDRTDBS، اجرای تراکنشها در مهلت زمانی تعیین شده، کار ساده‌ای نیست. ما در این مقاله یک پروتکل قفل‌گذاری بلادرنگ توزیع شده بنام HPFS-2PL را برای مکانیزم کنترل همروندی تراکنشها ارائه کردیم که در آن ویژگی‌های شبکه‌های سیار در حل مساله برخورد تراکنشها در نظر گرفته می‌شود. به علت ویژگی‌های خاص شبکه‌های سیار بایستی از روشی برای مکانیزم کنترل همروندی استفاده کرد که تا حد امکان تعداد راه‌اندازی‌های مجدد تراکنشها را به حداقل برساند زیرا انجام این کار در چنین محیطهایی بسیار پر هزینه می‌باشد. برای حل مشکل مکانیزم DHP-2PL، در روش پیشنهادی از یک روش قفل‌گذاری استفاده شده است که در آن علاوه بر در نظر گرفتن شرایط مکانیزم DHP-2PL، از زمان سکون تراکنش نیز برای تصمیم‌گیری در مورد بلوکه کردن تراکنش درخواست کننده قفل، استفاده شده است. از نتایج بدست آمده از شبیه‌سازی‌های انجام شده چنین بر می‌آید که مکانیزم پیشنهادی زمانیکه بار کاری سیستم بسیار بالا است (فواصل بین ورود تراکنشها خیلی کم است) کارایی بهتری نسبت به مکانیزم‌های DHP-2PL و HP-2PL از خود نشان می‌دهد.

## ۷- مراجع

- [1] E. Dogdu, *Real-Time Databases: Extended Transactions and the utilization of Execution Histories*, PhD thesis, Western Reserve University, January 1998.
- [2] T. Imielinski and B. R. Badrinath, Mobile Wireless Computing: Challenges in Data Management. *Communications of the ACM*, 37(10): (1994), 18-28.
- [3] T. Imielinski and S. Viswanathan. Adaptive Wireless Information Systems. In *Proceedings of Special Interest Group on Database Systems (SIGDBS), Japan*, (1994), 19-41.

## زیرنویس‌ها

- <sup>1</sup> Mobile Computing Systems
- <sup>2</sup> Tele-Medicine
- <sup>3</sup> Mobile Internet Stock Trading Systems
- <sup>4</sup> Mobile Distributed Real-time Database Systems
- <sup>5</sup> High Priority Two Phase Locking
- <sup>6</sup> Distributed High Priority Two Phase Locking
- <sup>7</sup> High Priority Favorable Slack-time -Two Phase Locking
- <sup>8</sup> Mobile Client
- <sup>9</sup> Base station
- <sup>10</sup> Main Terminal Switching Office
- <sup>11</sup> Hard Real-Time/Soft Real-Time
- <sup>12</sup> Commit Protocol
- <sup>13</sup> Two Phase Commit
- <sup>14</sup> Real Time Database System
- <sup>15</sup> Transaction Generator
- <sup>16</sup> Transaction Manager
- <sup>17</sup> Concurrency Control Manager
- <sup>18</sup> Message Server
- <sup>19</sup> Commit Manager