

# به نام خداوند بخشنده مهربان

انجمن رمز ایران  
Iranian Society of Cryptology

هشتمین کنفرانس بین المللی انجمن رمز ایران  
دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی  
مشهد، ایران  
۲۳ و ۲۴ شهریور ۱۳۹۰



# گمنام سازی سیرهای حرکت اشیاء محرک با سطوح متفاوت حریم خصوصی

انجمن رمز ایران  
Iranian Society of Cryptology

هشتمین کنفرانس بین المللی انجمن رمز ایران  
دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی  
مشهد، ایران  
۲۳ و ۲۴ شهریور ۱۳۹۰  
دکتر محسن کاظمی

## رئوس مطالب

- مقدمه
- پیشینه و فعالیت‌های صورت گرفته
- هدف
- مفاهیم اولیه
- رویکرد پیشنهادی
- آزمایش‌ها



انجمن رمز ایران  
Iranian Society of Cryptology

هشتمین کنفرانس بین‌المللی انجمن رمز ایران  
دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی  
مشهد، ایران  
۲۳ و ۲۴ شهریور ۱۳۹۰

## مقدمه

- امروزه دستگاه‌های سیار مجهز به سیستم‌های موقعیت‌یاب جهانی (GPS) امکان استفاده‌ی گسترده از سرویس‌های مبتنی بر مکان (LBS) را فراهم کرده‌اند
- ارائه‌دهندگان سرویس‌های سیار می‌توانند موقعیت کاربران متحرک که از این گونه سرویس‌ها استفاده می‌کنند را با دقت بالا پیش‌بینی نمایند
- به مرور زمان موقعیت زمانی- مکانی کاربران در قالب مسیرهای حرکت اشیاء متحرک (Moving Object Trajectories) ذخیره می‌شود
- ردیابی کاربران امکان‌پذیر خواهد شد
- مسیرهای حرکت
- دنباله‌های زمانی- مکانی (Spatio-Temporal) از اشیاء متحرک هستند
- در طول ماه‌ها و یا سال‌ها جمع‌آوری شده‌اند
- شامل اطلاعات ارزشمندی برای کاربردهای مختلف داده‌کاوی می‌باشند

## مقدمه (ادامه)

- اشیا متحرک
  - اشیا عینی
    - انسان، وسیله نقلیه، حیوان و محموله
    - مفاهیم ذهنی
    - بیماری‌های در حال شیوع
  - کاربردهای داده‌کاوی مسیرهای حرکت اشیا متحرک [۱-۵]
  - طرح‌ریزی ترافیک شهری
  - حمل و نقل هوشمند
  - شناسایی نواحی پرازدحام و یا کم‌ازدحام شهری

انجمن رمز ایران  
Iranian Society of Cryptology

هشتمین کنفرانس بین‌المللی انجمن رمز ایران

۲۳ و ۲۴ شهریور ۱۳۹۰

## مقدمه (ادامه)

- مسیرهای حرکت ممکن است شامل اطلاعات حساسی باشند
  - می‌بایست پیش از انتشار و در دسترس عموم قرار گرفتن گمنام شوند
  - راه حل ساده
    - حذف شناسه‌ها (نام، کد ملی و غیره) از مسیرهای حرکت
    - حمله پیوند با استفاده از خصیصه‌های شبه‌شناسه
    - خصیصه‌های شبه‌شناسه در جداول رابطه‌ای ساده
    - به صورت ترکیب با یکدیگر می‌توانند با اطلاعات خارجی و در دسترس عام پیوند خورده و هویت برخی از رکوردها را شناسایی کنند (کدپستی، جنسیت، تاریخ تولد و غیره)
    - در مورد مسیرهای حرکت اشیا متحرک، زمان و مکان دو خصیصه‌ی شبه‌شناسه می‌باشند
    - مثالی از حمله پیوند با استفاده از خصیصه‌های شبه‌شناسه زمان و مکان
    - مسیر حرکت کارگری را فرض کنید که هر روز صبح در طول هفته از یک مکان مشخص در صبح شروع شده و در عرض چند ساعت به مکان دیگری می‌رسد.
    - می‌توان به سادگی استنتاج کرد که مکان آغازین در صبح منزل و مکان پایانی محل کار او می‌باشد
    - یک مهاجم می‌تواند با جستجو در دفترچه تلفن، آدرس‌های منزل و محل کار را جستجو کرده و صاحب مسیر حرکت مورد نظر را شناسایی نماید

## پیشینه و فعالیت‌های صورت گرفته

- روش‌های موجود برای گمنام‌سازی مسیرهای حرکت اشیا متحرک [۱۲]
  - روش‌های مبتنی بر شبه‌شناسه
  - مفهوم شبه‌شناسه در فرآیند گمنام‌سازی مسیرهای حرکت اشیا متحرک مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۰ و ۱۱]
  - روش‌های مبتنی بر خوشه‌بندی و اغتشاش
  - تعریف خصیصه‌های شبه‌شناسه زمانی- مکانی در دنیای واقعی یک مساله‌ی چالش‌برانگیز و قابل بررسی می‌باشد
  - مسیرهای حرکت بدون در نظر گرفتن مفهوم شبه‌شناسه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند [۹-۱۷]
  - از مفهوم  $k$ -گمنامی به منظور گمنام‌سازی مسیرهای حرکت استفاده می‌شود
  - در یک جدول رابطه‌ای  $k$ -گمنام هر چندگانه با استفاده از روش‌هایی از قبیل تعمیم و یا حذف به گونه‌ای گمنام می‌شود که از حداقل  $k-1$  چندگانه دیگر قابل شناسایی نباشد [۱۳]

## پیشینه و فعالیت‌های صورت گرفته (ادامه)

- نقطه ضعف موجود در کارهای پیشین
  - در نظر نگرفتن سطوح متفاوت حریم خصوصی برای اشیا متحرک مختلف
  - برخورد یکسان با نیازمندی‌های مختلف حریم خصوصی مسیرهای حرکت

## هدف

- ارائه رویکردی مبتنی بر گروه‌بندی حریصانه جهت گننام‌سازی مسیرهای حرکت اشیا متحرک با توجه به سطوح متفاوت حریم خصوصی آن‌ها
- برقراری مصالحه بین
  - سودمندی مسیرهای حرکت گننام
  - حفظ حریم خصوصی اشیا متحرک

انجمن رمز ایران  
Iranian Society of Cryptology

هشتمین کنفرانس بین‌المللی انجمن رمز ایران  
دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی  
مشهد، ایران  
۲۳ و ۲۴ شهریور ۱۳۹۰

## مفاهیم اولیه

- $O$  مجموعه اشیا متحرک
- $TR$  مجموعه مسیرهای حرکت اشیا متحرک
- $\rho: TR \rightarrow O$  تابعی است که برای هر مسیر حرکت  $tr_i \in TR$  شی  $\rho(tr_i)$  تولیدکننده آن مسیر را مشخص می‌کند
- برای هر شی  $o_j \in O$  مجموعه مسیرهای حرکت آن با  $\tau(o_j)$  نمایش داده می‌شود
 
$$\tau(o_j) = \{tr_i \in TR | \rho(tr_i) = o_j\}$$
- هر مسیر حرکت  $tr_i \in TR$  یک توالی از نقاط سه‌بعدی زمانی-مکانی است
 
$$tr_i = \{p_i^1, \dots, p_i^m\}, m \geq 2$$
- هر نقطه حرکت  $p_i^k \in tr_i$  با سه‌تایی  $(t_i^k, x_i^k, y_i^k)$  نمایش داده می‌شود
  - $(x_i^k, y_i^k)$  موقعیت جغرافیایی مسیر  $tr_i$  در زمان  $t_i^k$  است.
- طول هر مسیر حرکت دلخواه  $tr_i$  برابر تعداد نقاط تشکیل دهنده آن مسیر است  $|tr_i|$

## مفاهیم اولیه (ادامه)

➤ برای هر مسیر حرکت  $tr_i \in TR$  دنباله مسیر با  $\theta(tr_i)$  نمایش داده می‌شود

$$\theta(tr_i) = tr_i - \{p_i^1\}$$

➤ هر شی متحرک دارای یک سطح حریم خصوصی متفاوت است

$$L = \{1, \dots, l_{\max}\}$$

➤ مجموعه با ترتیب کلی از سطوح حریم خصوصی به گونه‌ای که برای هر  $r \leq s$  رابطه

$$l_r \leq l_s \text{ برقرار است}$$

➤  $\ell: O \rightarrow L$  تابعی است که برای هر شی متحرک  $o_j \in O$  سطح حریم خصوصی

$\ell(o_j)$  را مشخص می‌کند

➤ به هر مسیر حرکت  $tr_i \in TR$  سطح حریم خصوصی  $\ell(\rho(tr_i))$  نسبت داده می‌شود

➤ سطح حریم خصوصی برای یک مسیر حرکت

➤ حداقل تعداد سایر مسیرهای حرکت که مسیر مورد نظر را نتوان از آن‌ها متمایز کرد

## مفاهیم اولیه (ادامه)

➤ مسیرهای حرکت ممکن است دارای طول‌های متفاوت باشند

➤ برای محاسبه فاصله بین مسیرهای حرکت نمی‌توان از تابع فاصله اقلیدسی

استفاده کرد

➤ برای محاسبه فاصله بین دو مسیر حرکت  $tr_i$  و  $tr_j$  از تابع فاصله بازگشتی مبتنی بر

تابع فاصله ERP [۱۴] استفاده می‌شود

$$d(tr_i, tr_j) = \begin{cases} \sum_{k=1}^{|tr_i|} \sigma(p_i^k, \perp) & |tr_j| = 0 \\ \sum_{k'=1}^{|tr_j|} \sigma(p_j^{k'}, \perp) & |tr_i| = 0 \\ \min \{d(\theta(tr_i), \theta(tr_j)) + \sigma(p_i^1, p_j^1), \\ d(tr_i, \theta(tr_j)) + \sigma(p_j^1, \perp), \\ d(\theta(tr_i), tr_j) + \sigma(p_i^1, \perp)\} & \text{otherwise} \end{cases}$$

## مفاهیم اولیه (ادامه)

- $\sigma$  تابعی است که فاصله بین هر دو نقطه حرکت را مبتنی بر کوچکترین حجم محصور کننده این دو نقطه محاسبه می‌کند

$$\sigma(p_i^k, p_j^{k'}) = \begin{cases} \log U & p_j^{k'} = \perp \\ \log B_{\min}(p_i^k, p_j^{k'}) & \text{otherwise} \end{cases}$$

- $U$  یک مقدار جریمه ثابت است و برای محاسبه فاصله برای شکاف‌ها  $\perp$  در مسیرهای حرکت استفاده می‌شود
- $B_{\min}(p_i^k, p_j^{k'})$  کوچکترین حجم محصور کننده نقاط  $p_i^k$  و  $p_j^{k'}$  است

هشتمین کنفرانس بین‌المللی انجمن رمز ایران  
دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی  
مشهد، ایران  
۲۳ و ۲۴ شهریور ۱۳۹۰

## رویکرد پیشنهادی

- شامل دو مرحله اصلی می‌باشد
- ایجاد گروه‌هایی از مسیرهای حرکت بر اساس سطح حریم خصوصی هر مسیر
- ضمن معرفی سه استراتژی تدوین شده، استراتژی سوم مورد استفاده قرار خواهد گرفت
- گمنام‌سازی مسیرهای حرکت در هر گروه به یک مسیر واحد

انجمن رمز ایران  
Iranian Society of Cryptology

هشتمین کنفرانس بین‌المللی انجمن رمز ایران  
دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی  
مشهد، ایران  
۲۳ و ۲۴ شهریور ۱۳۹۰

## استراتژی اول

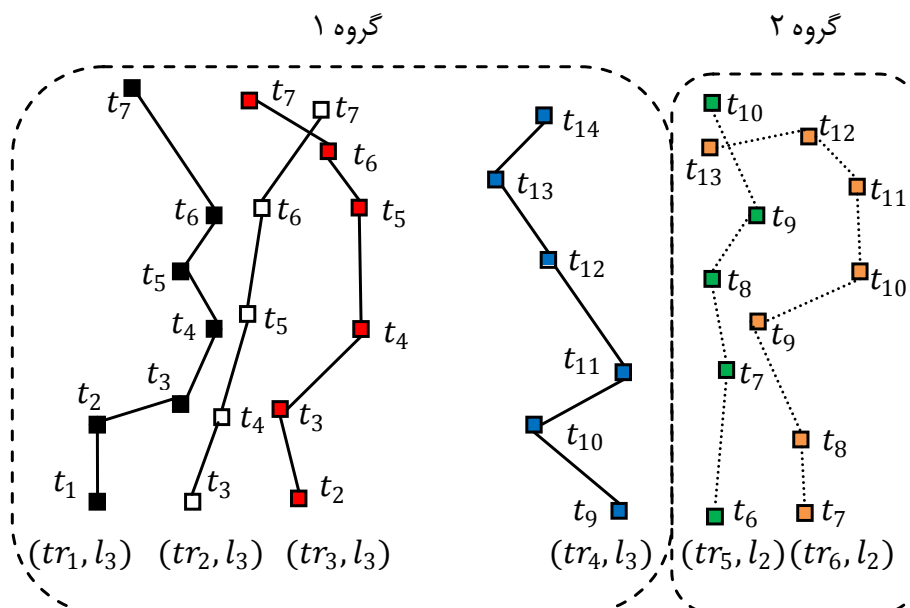
- دسته‌بندی مسیرهای حرکت براساس سطوح حریم خصوصی‌شان
- ایجاد گروه‌هایی از مسیرهای حرکت برای هر سطح حریم خصوصی مستقل از سایر سطوح
- ضعف
- ایجاد گروه‌های نامناسب از مسیرهای حرکت
- بالا بودن اتلاف اطلاعات در صورت گمنام‌سازی گروه

انجمن رمز ایران

Iranian Society of Cryptology

هشتمین کنفرانس بین‌المللی انجمن رمز ایران  
دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی  
مشهد، ایران  
۲۳ و ۲۴ شهریور ۱۳۹۰

## استراتژی اول (ادامه)





## استراتژی دوم

- تقسیم مسیرهای حرکت بدون توجه به سطوح حریم خصوصی‌شان به گروه‌هایی شامل حداقل  $l_{max}$  عضو
- انتخاب یک مسیر حرکت به صورت تصادفی به عنوان نماینده یک گروه
- انتخاب حداقل  $l_{max} - 1$  مسیر حرکت با کم‌ترین فاصله از نماینده گروه و افزودن این مسیرها به این گروه
- ضعف

- بالا بودن میزان اتلاف اطلاعات برای مسیرهای حرکت با سطوح حریم خصوصی پایین در صورت گمنام‌سازی گروه‌ها

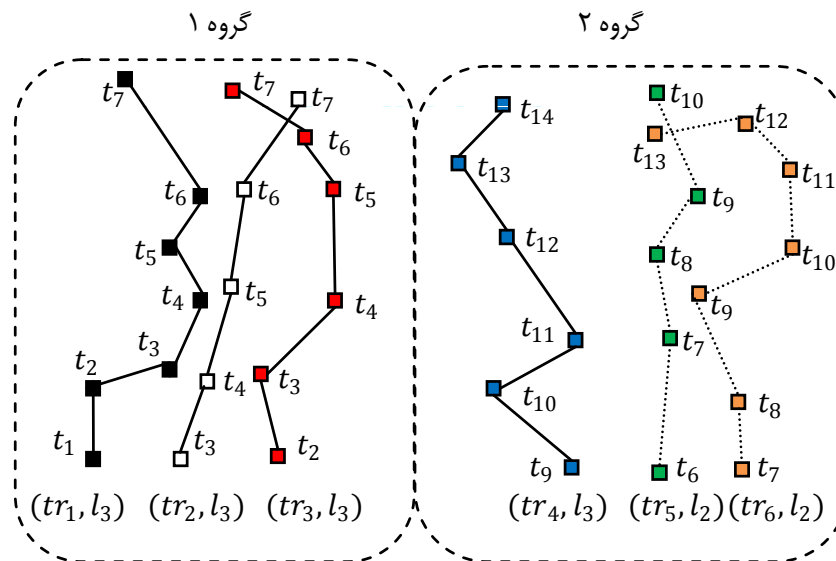
هشتمین کنفرانس بین‌المللی انجمن رمز ایران  
دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی  
مشهد، ایران  
۲۳ و ۲۴ شهریور ۱۳۹۰

## استراتژی سوم

- دسته‌بندی مسیرهای حرکت براساس سطوح حریم خصوصی‌شان
- ایجاد گروه‌هایی از مسیرهای حرکت با شروع از بالاترین سطح حریم خصوصی به گونه‌ای که
- اندازه هر گروه برابر با بالاترین سطح حریم خصوصی مسیرهای حرکت در آن گروه باشد
- فاصله مسیرهای حرکت درون گروه از یک آستانه فاصله  $\delta$  کم‌تر باشد
- کاهش اتلاف اطلاعات در مقایسه با دو استراتژی اول

هشتمین کنفرانس بین‌المللی انجمن رمز ایران  
دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی  
مشهد، ایران  
۲۳ و ۲۴ شهریور ۱۳۹۰

## استراتژی سوم (ادامه)



## الگوریتم ایجاد گروه‌ها با استفاده از استراتژی سوم

- در هر تکرار از الگوریتم ConstructGroups
  - ابتدا زیر مجموعه  $TR_l \subseteq TR$  از مسیرهای حرکت با سطح حریم خصوصی  $l$  انتخاب شده و الگوریتم Partition بر روی آن اعمال می‌شود
  - مسیرهای حرکت در مجموعه  $TR_l$  بر اساس آستانه فاصله  $\delta$  به تعدادی گروه تقسیم می‌شوند
  - مجموعه گروه‌های ایجاد شده  $G_l$
- سپس الگوریتم CompleteGroups بر روی مجموعه  $G_l$  اعمال می‌شود
  - هر گروه  $g \in G_l$  با اندازه کم‌تر از  $l$  با استفاده از مسیرهای حرکت با سطح حریم خصوصی پایین‌تر از  $l$  کامل می‌شود
- در نهایت مسیرهای حرکت در گروه‌های عضو  $G_l$  از مجموعه  $TR$  حذف می‌شوند
- مراحل فوق برای سطوح حریم خصوصی پایین‌تر تکرار می‌شوند تا هنگامی که همه مسیرهای حرکت در مجموعه  $TR$  در یکی از گروه‌های ایجاد شده قرار بگیرند

## الگوریتم ایجاد گروه‌ها با استفاده از استراتژی سوم (ادامه)

**Algorithm** *ConstructGroups*( $TR$ : Trajectory Set,  $l_{max}$ : Privacy Level,  $\delta$ : Threshold)

```
begin
   $G := \emptyset$ ;
   $l := l_{max}$ ;
  while ( $TR \neq \emptyset$ ) do
    begin
       $TR_l := \{tr_i \in TR \mid \ell(\rho(tr_i)) = l\}$ ;
       $G_l := Partition(TR_l, l, \delta)$ ;
       $TR_c := TR - TR_l$ ;
       $G_l := CompleteGroups(G_l, TR_c, l, \delta)$ ;
       $TR := TR - \bigcup_{g \in G_l} g$ ;
       $G := G \cup G_l$ ;
       $l := l - 1$ ;
    end
  end
end
```

## الگوریتم گروه‌بندی مسیرهای حرکت

**Algorithm** *Partition*( $TR_l$ : Trajectory Set,  $l$ : Privacy Level,  $\delta$ : Threshold)

```
begin
   $G_l := \emptyset$ ;
  while ( $TR_l \neq \emptyset$ ) do
    begin
      Randomly select a trajectory  $tr_g \in TR_l$ ;
      Create a new group  $g$  with  $tr_g$  as its centroid;
       $TR_s := \{tr_i \in TR_l \mid d(tr_i, tr_g) \leq \delta, tr_i \neq tr_g\}$ ;
      while ( $TR_s \neq \emptyset$  and  $|g| < l$ ) do
        begin
          Choose a trajectory  $tr_k \in TR_s$  that minimizes  $d(tr_k, tr_g)$ ;
           $g := g \cup \{tr_k\}$ ;
           $TR_s := TR_s - \{tr_k\}$ ;
        end
      end
       $TR_l := TR_l - g$ ;
       $G_l := G_l \cup \{g\}$ ;
    end
  end
end
```

## الگوریتم تکمیل گروه‌ها

**Algorithm** CompleteGroups( $G_l$ : Groups,  $TR_c$ : Trajectory Set,  $l$ : Privacy Level,  $\delta$ : Threshold)

```
begin
for each group  $g \in G_l$  do
begin
 $G_l := G_l - \{g\}$ ;
 $tr_g :=$  Centroid of  $g$ ;
 $j := l - 1$ ;
while ( $j > 0$  and  $|g| < l$ ) do
begin
 $TR_j := \{tr_i \in TR_c | \ell(\rho(tr_i)) = j\}$ ;
 $TR_s := \{tr_i \in TR_j | d(tr_i, tr_g) \leq \delta\}$ ;
while ( $TR_s \neq \emptyset$  and  $|g| < l$ ) do
begin
Choose a trajectory  $tr_k \in TR_s$  that minimizes  $d(tr_k, tr_g)$ ;
 $g := g \cup \{tr_k\}$ ;
 $TR_s := TR_s - \{tr_k\}$ ;
end
 $j := j - 1$ ;
end
 $TR_c := TR_c - g$ ;
 $G_l := G_l \cup \{g\}$ ;
end
end
```

23

کرده‌های مهندسی کامپیوتر

## الگوریتم گمنام‌سازی گروه‌ها

- پس از ایجاد گروه‌ها مسیرهای حرکت موجود در هر گروه به یک مسیر واحد گمنام می‌شوند
- در هر تکرار از فرآیند گمنام‌سازی دو مسیر حرکت انتخاب شده و متناظر با آن‌ها یک مسیر حرکت گمنام ایجاد می‌شود
- مجموعه‌ای از نقاط حرکت متصل و منفصل بین این دو مسیر پیدا می‌شود
  - مجموع فاصله‌های بین این نقاط کمینه می‌باشد
  - نقاط حرکت منفصل از این دو مسیر حذف می‌شود
- مرکز کوچکترین حجم محصورکننده هر زوج نقطه حرکت متصل در مسیر حرکت گمنام قرار می‌گیرد

مشتتمین کنفرانس بین‌المللی انجمن رمز ایران  
دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی  
مشهد، ایران  
۲۳ و ۲۴ شهریور ۱۳۹۰

24

کرده‌های مهندسی کامپیوتر

## الگوریتم گمنام‌سازی گروه‌ها (ادامه)

**Algorithm** *AnonymizeGroups*( $G$ : Groups)

```
begin
   $A := \emptyset$ ;
  for each group  $g \in G$  do
    begin
       $tr_g :=$  Centroid of  $g$ ;
       $g := g - \{tr_g\}$ ;
      while ( $g \neq \emptyset$ ) do
        Choose a trajectory  $tr_i \in g$  that minimizes  $d(tr_i, tr_g)$ ;
         $g := g - \{tr_i\}$ ;
        Suppress all unlinked points from  $tr_i$  and  $tr_g$ ;
         $tr_j := \emptyset$ ;
        for each pair of linked points  $(p_i^k, p_g^{k'}) \in tr_i \times tr_g$  do
          Find a minimum bounding volume  $B_{\min}(p_i^k, p_g^{k'})$ ;
           $p_j^{k''} :=$  Centroid of  $B_{\min}(p_i^k, p_g^{k'})$ ;
           $tr_j := tr_j \cup \{p_j^{k''}\}$ ;
        end
         $tr_g := tr_j$ ;
      end
       $A := A \cup \{tr_g\}$ ;
    end
  end
end
```

## آزمایش‌ها

### پایگاه داده

- موقعیت‌های ردیابی شده ۵۰ کامیون حمل بار مجهز به سیستم موقعیت‌یاب جهانی در ناحیه شهری آتن [۱۵]
- حاوی ۱۱۲۲۰۳ رکورد موقعیت شامل
  - شناسه، تاریخ، زمان و مختصات جغرافیایی هر کامیون می‌باشد
  - فاصله‌ی زمانی بین دو نمونه‌گیری ثابت و برابر با ۳۰ ثانیه است
  - پایگاه داده مورد پیش‌پردازش قرار گرفت
- برای هر کامیون موقعیت‌های متوالی با فاصله زمانی کم‌تر از ۱۵ دقیقه درون یک مسیر حرکت یکسان قرار گرفت
- ۱۶۵۵ مسیر حرکت نهایی با طول بیش از ده انتخاب شد

### نتایج آزمایش‌ها

- کارآیی رویکرد پیشنهادی از سه جنبه زیر مورد ارزیابی قرار می‌گیرد

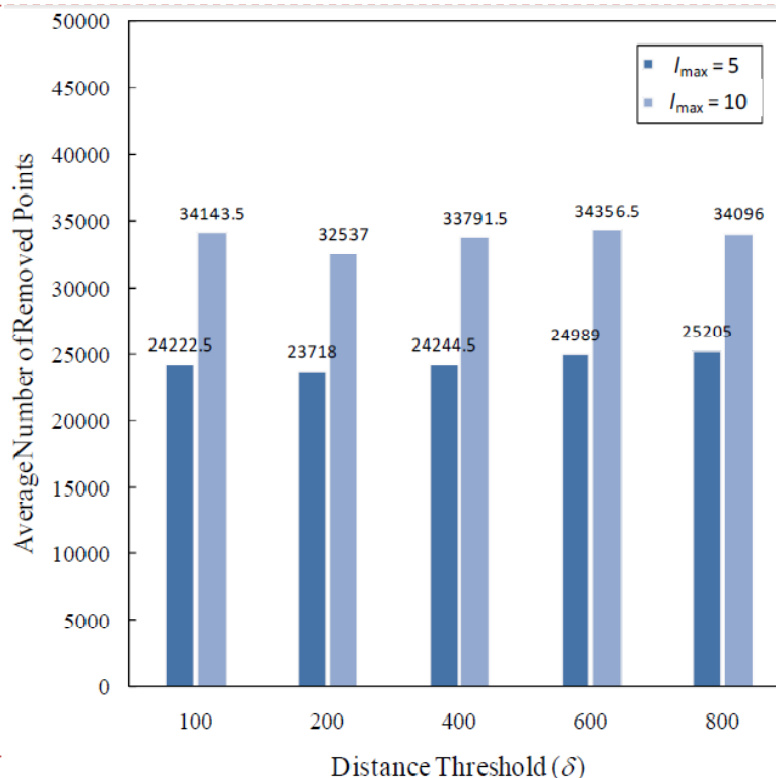
هشتمین کنفرانس بین‌المللی انجمن رمز ایران  
تهران، ایران  
۲۳ و ۲۴ شهریور ۱۳۹۰

- سودمندی
- تنوع گروه‌ها
- زمان اجرا

## سودمندی

- با مقایسه‌ی مسیرهای حرکت گننام و اولیه می‌توان تعیین کرد که این دو تا چه اندازه با یکدیگر تفاوت دارند
- میزان سودمندی مسیرهای حرکت پس از فرآیند گننام‌سازی را می‌توان به دست آورد
- همواره باید نوعی مصالحه بین سودمندی مسیرهای حرکت گننام و حفظ حریم خصوصی برقرار شود
- معیار سنجش سودمندی مسیرهای حرکت گننام در این مقاله
- **تعداد نقاط حرکت حذف شده**
- به دلیل امکان وجود نقاط حرکت منفصل بین مسیرهای حرکت در هر گروه، تعدادی از نقاط حرکت ممکن است از مسیرهای گننام حذف شوند
- تفاضل بین تعداد کل نقاط حرکت در مسیرهای اولیه و مسیرهای گننام

## سودمندی



## تنوع گروه‌ها

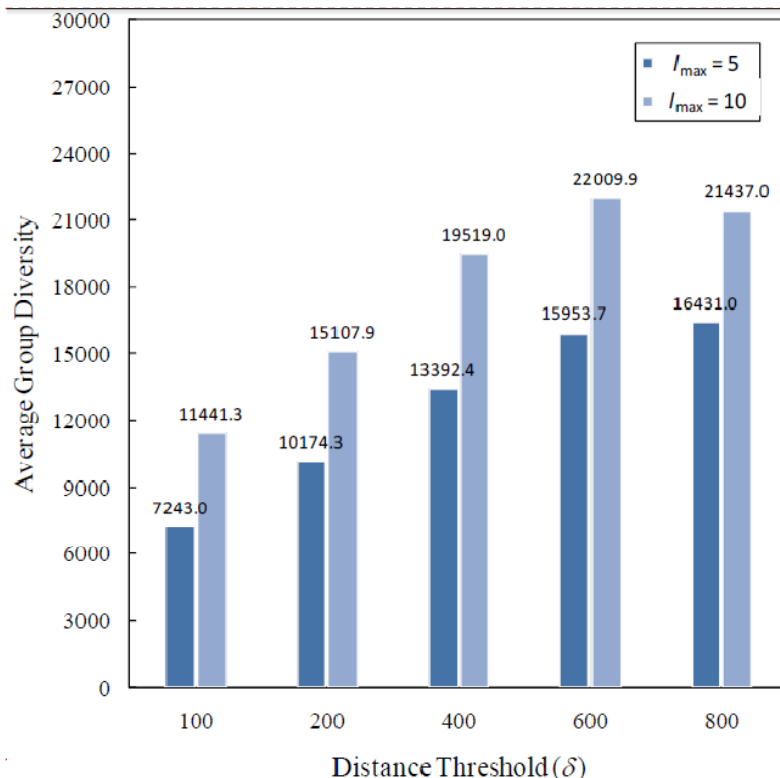
- معیار سنجش میزان حفظ حریم خصوصی
- محاسبه تنوع بین مسیرهای حرکت در هر گروه بر اساس متوسط فاصله مسیرهای حرکت عضو تا مرکز آن گروه

$$DV(G) = \sum_{g \in G} \left( \frac{1}{|g|} \sum_{tr_i \in g} d(tr_i, tr_g) \right)$$

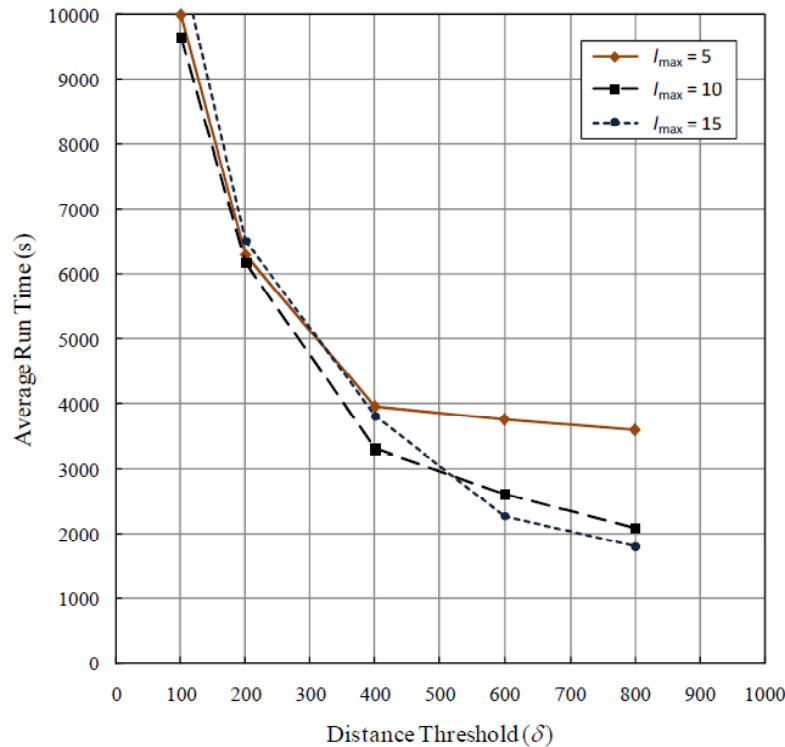
انجمن رمز ایران  
Iranian Society of Cryptology

هشتمین کنفرانس بین‌المللی انجمن رمز ایران  
دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی  
مشهد، ایران  
۲۳ و ۲۴ شهریور ۱۳۹۰

## تنوع گروه‌ها



## زمان اجرا



## فهرست مراجع

1. Frentzos, E., Gratsias, K., Theodoridis, Y., "Nearest Neighbor Search on Moving Object Trajectories", in Proceedings of the 9th International Symposium on Spatial and Temporal Databases, Angra dos Reis, Brazil, August 2005.
2. Lee, J. G., Han, J., Li, X., Gonzalez, H., "raClass: Trajectory Classification Using Hierarchical Region-based and Trajectory-based Clustering", in Proceedings of the 34th International Conference on Very Large Databases, Auckland, New Zealand, August 2008.
3. Lee, J. G., Han, J., Whang, K. Y., "Trajectory Clustering: a Partition-and-Group Framework", in Proceedings of the 2007 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, Beijing, China, June 2007.
4. Li, X., Han, J., Kim, S., Gonzalez, H., "Anomaly Detection in Moving Object", in Intelligence and Security Informatics, Techniques and Applications. Studies in Computational Intelligence, Chen, H., Yang, C. C. (Eds.), LNCS 135, pp. 357-381, Heidelberg, Springer, 2008.
5. Pelekis, N., Kopanakis, I., Kotsifakos, E. E., Frentzos, E., Theodoridis, Y., "Clustering Trajectories of Moving Objects in an Uncertain World", in Proceedings of the 9th IEEE International Conference on Data Mining, Miami, USA, December 2009.
6. Machanavajjhala, A., Gehrke, J., Kifer, D., Venkatasubramanian, M., "l-diversity: Privacy Beyond k-anonymity", in Proceedings of the 22nd International Conference on Data Engineering, Atlanta, Georgia, USA, April 2006.
7. Bonchi, F., Abul, O., Nani, M. "Never Walk Alone: Uncertainty for Anonymity in Moving Object Databases", in Proceedings of the 24th International Conference on Data Engineering, Cancun, Mexico, April 2008.
8. Abul, O., Bonchi, F., Nanni, M., "Anonymization of Moving Objects Databases by Clustering and Perturbation", Information Systems, Vol. 35, No. 8, pp. 884-910, December 2010.
9. Nergiz, M. E., Maurizio, A., Saygin, Y., Güc, B., "Towards Trajectory Anonymization: a Generalization-Based Approach", Transactions on Data Privacy, Vol. 2, No. 1, pp. 47-75, April 2009.
10. Terrovitis, M., Mamoulis, N., "Privacy Preservation in the Publication of Trajectories", in Proceedings of the 9th International Conference on Mobile Data Management, Beijing, China, April 2008.
11. Yarovoy, R., Bonchi, F., Lakshmanan, L. V. S., Wang, W. H., "Anonymizing Moving Objects: How to Hide a MOB in a Crowd?", in Proceedings of the 12th International Conference on Extending Database Technology, Saint Petersburg, Russia, March 2009.
12. Bonchi, F., "Privacy Preserving Publication of Moving Object Data", in Privacy in Location-Based Applications, Bettini, C., Jajodia, S., Samarati, P., Wang, X. S. (Eds.), LNCS 5599, pp. 190-215, Heidelberg, Springer, 2009.
13. Samarati, P., "Protecting Respondent's Privacy in Microdata Release", IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol. 13, No. 6, pp. 1010-1027, November/December 2001.
14. Chen, L., Ng, R., "On the Marriage of Lp-norms and Edit Distance", in Proceedings of the 30th International Conference on Very Large Databases, Toronto, Canada, August-September 2004.
15. The R-tree Portal, <http://www.rtreeportal.org>.





هشتمین کنفرانس بین المللی انجمن رمز ایران  
دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی  
مشهد، ایران  
۲۳ و ۲۴ شهریور ۱۳۹۰