جامعة المنارة الخاصة
كلية الهندسة
هندسة الروبوت والأنظمة الذكية

مدخل إلى الشبكات

Introduction To Networks CEDC507

مدرس المقرر
أ.د. مثنى علي القبيلي

الفصل الدراسي الأول | الثلاثاء 10/01/2023 | العام الدراسي 2022-2023

بروتوكولات التوجيه في VANET

بروتوكولات التوجيه الطماع

Position based protocols

Position based greedy V2V protocols

Delay Tolerant Protocols

التوجيه الطماع Greedy Routing

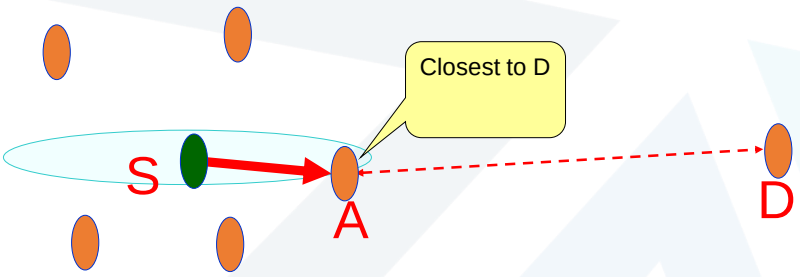
- هو التقريب الذي تقوم فيه العقدة الوسيطية بتوجيه الرزمة إلى العقدة الجارة المباشرة والتي هي العقدة الأقرب إلى الموقع الجغرافي للهدف
- كي تكون العقدة قادرة أن تقوم بهذه المهمة **يجب أن تتوفر لديها المعلومات الآتية:**

1. موقعها
2. موقع العقدة الجارة المباشرة
3. موقع العقدة الهدف

حيث:

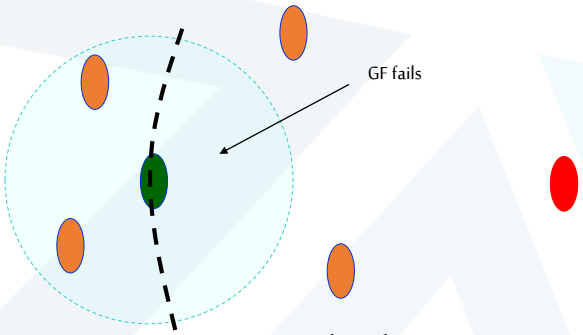
- ✓ تحدد العقدة موقعها الخاص اعتماداً على الـGPS
- ✓ تحصل العقدة على موقع الجيران على بعد قفزة واحدة اعتماداً على رسائل beacon المرسلة بشكل دوري من قبل كل الجيران
- ✓ يتم التزويد بموقع الهدف النهائي من قبل التطبيق (geocast application).

Greedy Routing



- ❖ إيجاد الجيران الأقرب إلى الهدف
- ❖ توجيه الرزمة إلى الجار الأقرب إلى العقدة الهدف

Greedy Forwarding does NOT always work



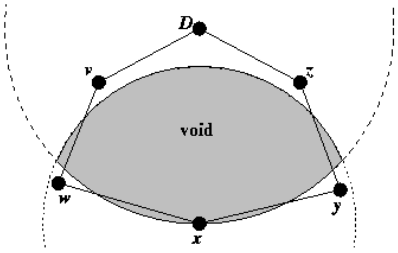
- يكون التوجيه الطماع ناجحاً دائماً في حال كانت الشبكة كثيفة بشكل كاف بحيث تمتلك كل عقدة داخلية عقدة جارة في كل $2\Pi/3$ قطاع زاوي .
- و إلا ليس بالضرورة أن يكون قادراً على العمل.

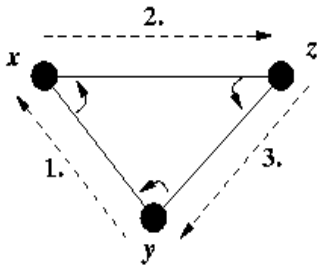
قاعدة اليد اليمنى

- لحل مشكلة التوجيه الطماع :

يتم تطبيق قاعدة اليد اليمنى لعبور حواف الفراغ (void):

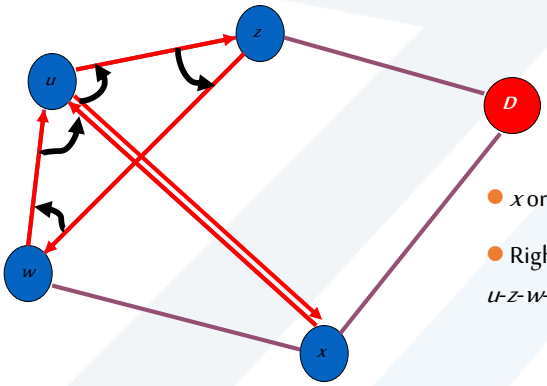
أي اختيار الحافة التالية عكس عقارب الساعة





قاعدة اليد اليمنى

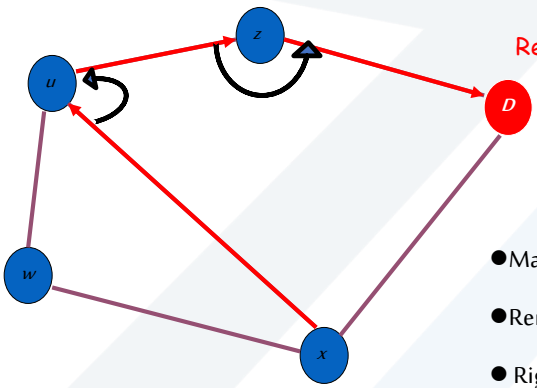
- لا تعمل قاعدة اليد اليمنى عند وجود الحواف المتقاطعة (Cross Edges):



- *x* originates a packet to *u*
- Right-hand rule results in the tour *x-u-z-w-u-x*

قاعدة اليد اليمنى

- لا تعمل قاعدة اليد اليمنى عند وجود الحواف المتقاطعة (Cross Edges):



Remove Crossing Edge

- Make the graph planar
- Remove (*w,z*) from the graph
- Right-hand rule results in the tour *x-u-z-d*

Graph Planar

- يحول المخطط المتصل إلى مخطط مستوي خال من أية تقاطعات (حواف متقاطعة) حيث :
  - يضمن أن المخطط الأصلي لن يحدث فيه أي انقطاع

- من أجل عقدتين u و v ، تعد الحافة موجودة بينهما إذا كانت المسافة بينهما :

$$d(u,v) \leq r$$

- حيث r هو نصف قطر المجال الراديوي للعقدة وهو متماثل لكل العقد

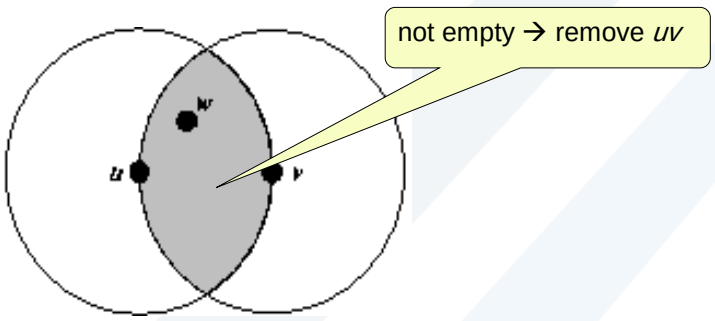
- يوجد نوعين من المخططات المستوية:
  - Relative Neighborhood Graph (RNG)
  - Gabriel Graph (GG)

Graph Planar

❖ Relative Neighborhood Graph (RNG):

❒ Connection uv can exist if : $\forall w \neq u, v, d(u,v) > \max[d(u,w), d(v,w)]$

- إذاً يتم تضمين الحافة (uv) ضمن المخطط إذا كانت منطقة التقاطع بين u,v فارغة من أية عقدة أخرى (تدعى witness)



❖Relative Neighborhood Graph (RNG):

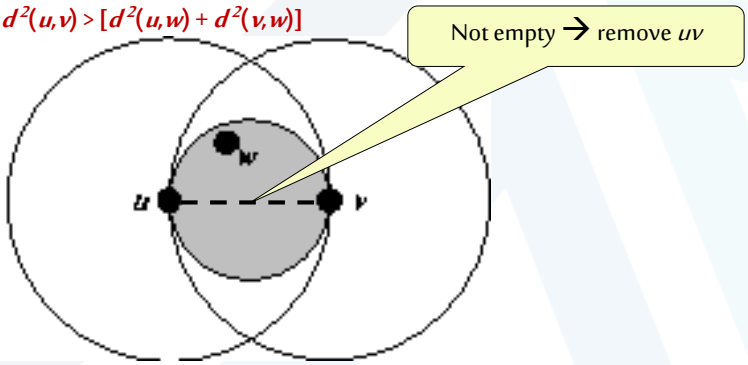
```
for all v ∈ N do
  for all w ∈ N do
    if w == v then
      continue
    else if d(u,v) > max[d(u,w),d(v,w)] then
      eliminate edge (u,v)
      break
    end if
  end for
end for
```

- بفرض:
  - العقد u,v يمكن أن تصل إحداهما للأخرى.
  - كلاهما يعرف كل العقد الموجودة ضمن منطقة التقاطع.
  - N هي كل عقد الجيران للعقدة u .
  - كل عقدة u تحذف الوصلات المتقاطعة من المخطط RNG كما يلي:

❖Gabriel Graph (GG):

- An edge (u,v) exists between vertices u and v if **no other** vertex w is present within the circle whose diameter is uv.

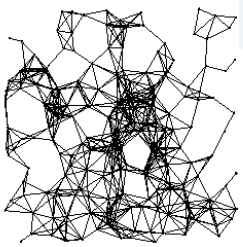
$$\forall w \neq u, v,\ d^2(u,v) > [d^2(u,w) + d^2(v,w)]$$



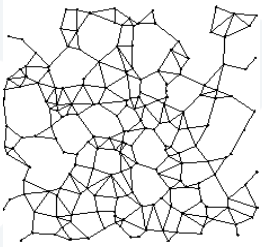
❖ Gabriel Graph (GG):

- بفرض:
  - العقد u,v يمكن أن تصل إحداهما للأخرى.
  - كلاهما يعرف كل العقد الموجودة ضمن منطقة التقاطع.
  - N هي كل عقد الجيران للعقدة u .
  - بفرض أن m هي عقدة المركز midpoint للدائرة التي قطرها الوصلة uv
  - كل عقدة u تحذف وصلات المخطط GG كما يلي:

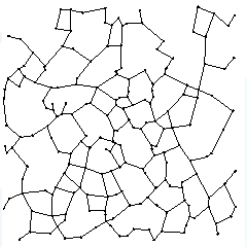
```
m = midpoint of uv
for all v ∈ N do
   for all w ∈ N do
      if w == v then
         continue
      else if d(m,w) < d(u,m) then
         eliminate edge (u,v)
         break
      end if
   end for
end for
```

Full graph



GG subset



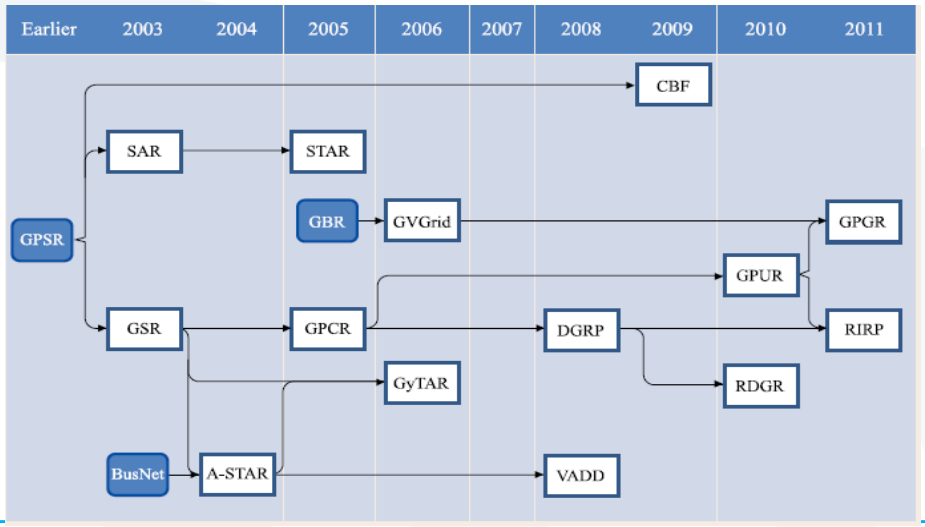
RNG subset

نلاحظ أن:

RNG هي مخطط جزئي (sub-graph) من مخطط GG لأن المخطط RNG يحذف عدداً أكثر من حواف.

فإذا كان المخطط الأصلي متصلاً فسيكون المخطط الناتج عن RNG متصلاً أيضاً.

Position Based Greedy V2V Protocols



GPSR: (Greedy Perimeter Stateless Routing)

GPSR (Greedy Perimeter Stateless Routing)

- يتكون هذا البروتوكول من نمطين:

✓التمرير الطماع (Greedy forwarding):

يستخدم لإرسال المعلومات إلى العقد الأقرب إلى العقدة الهدف

✓التمرير عند حافة المنطقة (Perimeter forwarding) :

يستخدم عندما يفشل استخدام التمرير الطماع، أي في المناطق حيث لا يوجد فيها عقدة قريبة إلى الهدف.

➢ يعتمد على أن :

1. كل العقد تمتلك معلومات عن الجيران الواقعين على بعد قفزة واحدة
2. تشكيل المخطط RNG /GG للحصول على المخطط المستوي

GPSR (Greedy Perimeter Stateless Routing)

- تحتوي ترويسة رزمة هذا البروتوكول على علم flag (M) يدل فيما إذا كانت الرزمة ضمن النمط الطماع (greedy-mode) أو ضمن نمط توجيه الحافة (perimeter mode)
- عند التهيئة :
  - ✓ يضِّمن المصدر الموقع الجغرافي للعقدة الهدف (هذا الموقع يكون غير متغير خلال توجيه هذه الرسالة عبر الشبكة) ضمن الترويسة.
  - ✓ تكون الرزمة التي يتم توليدها من قبل المصدر ضمن نمط التوجيه الطماع.
- عندما تدخل الرزمة في نمط توجيه الحافة، يسجل البروتوكول في الترويسة موقع العقدة التي فشل عندها التوجيه الطماع وانتقل إلى توجيه الحافة.
  - في كل مرة يتم فيها توجيه الرزمة إلى عقدة ضمن نمط توجيه الحافة تسجل العقدة التي تم عندها ذلك.

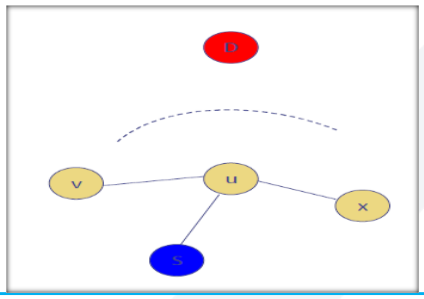
GPSR (Greedy Perimeter Stateless Routing)

- عند استقبال رزمة نمط التوجيه الطماع (greedy-mode):

تبحث العقدة في جدول جيرانها عن الجار الأقرب جغرافياً إلى العقدة الهدف فنميز حالتين:

✓ إذا كان هذا الجار هو الأقرب تقوم بتوجيه الرزمة إليه

✓ إذا لم يكن هناك أي جار قريب إلى العقدة الهدف إلا العقدة نفسها تظهر ما يسمى مشكلة منطقة الحد الأقصى (local maximum)



يعود ذلك لأن التوجيه الطماع يستخدم معلومات محلية فقط لذا فإن الرزمة يمكن أن تصل إلى حد معين وتتوقف

من الشكل نلاحظ أنه لا توجد عقدة قريبة الى الهدف D , أقرب من العقدة U نفسها لكن لايمكن أن يتم اتصال مباشر بين U والعقدة D .

GPSR (Greedy Perimeter Stateless Routing)

حل مشكلة الـ local maximum

استخدام استراتيجية تقوم بتوجيه الرزمة إلى **حافة المنطقة**
أي يتم توجيه الرزمة إلى العقدة الأقرب إلى الهدف

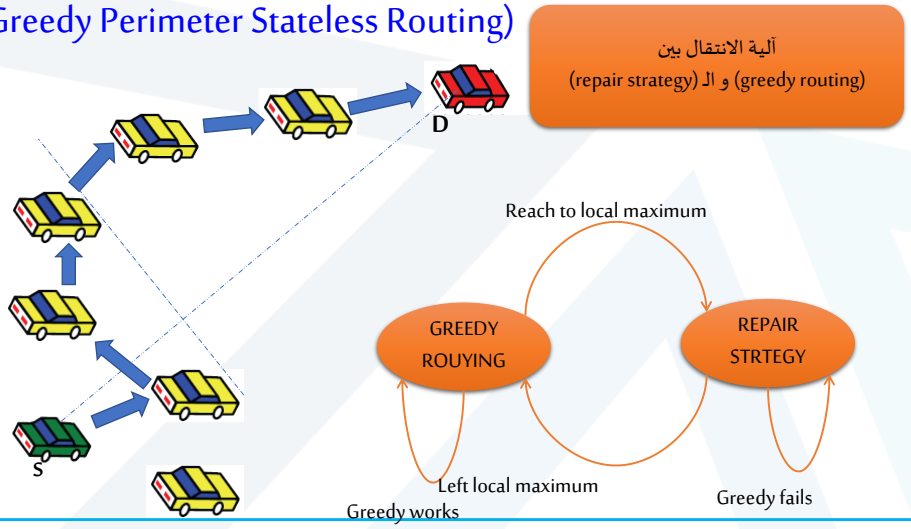
- عند استقبال رزمة من نمط توجيه الحافة (perimeter mode) :

▪ تقارن العقدة المستقبلة للرزمة موقعها مع الموقع الذي تم فيه الانتقال إلى نمط توجيه الحافة فيكون لدينا إحدى الحالتين:

✓فإذا كانت المسافة بين موقعها وموقع العقدة الهدف أقل من المسافة بين العقدة التي تم عندها الانتقال إلى نمط توجيه الحافة والعقدة الهدف سيتم الانتقال إلى النمط الطماع.

✓و إلا تبقى الرزمة ضمن نمط توجيه الحافة

GPSR (Greedy Perimeter Stateless Routing)



GPSR (Greedy Perimeter Stateless Routing)

- يعاني هذا البروتوكول من المشاكل الآتية:

✓ مشكلة انقطاع الوصلة (link breakage)

✓ مشكلة الرزم الضائعة (packet loss)

✓ مشكلة التأخير (delay time)

GPSR (Greedy Perimeter Stateless Routing)

- ✓ مشكلة انقطاع الوصلة (link breakage):
  بسبب الحركية العالية للعربات وخواص الطريق.

تنتجان بسبب عدد القفزات المتزايد في نمط توجيه الحافة

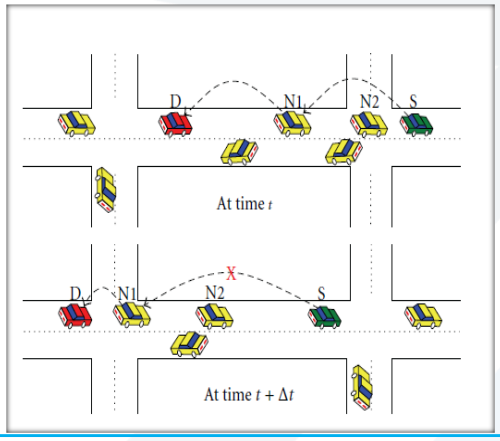
- ✓ **مشكلة الرزم الضائعة (packet loss)**
- ✓ **مشكلة التأخير (delay time)**

GPGR (Grid-based Predictive Geographical Routing)

GPGR (Grid-based Predictive Geographical Routing)

- تم اقتراح التوجيه الجغرافي التنبؤي المعتمد على الشبكة من أجل اتصالات (V2V) لحل:

مشكلتي منطقة الحد الأقصى وانقطاع الوصلة .



من خلال :

ربط معلومات الحركة مع طبولوجيا الطريق الحقيقية

- **في اللحظة t :**

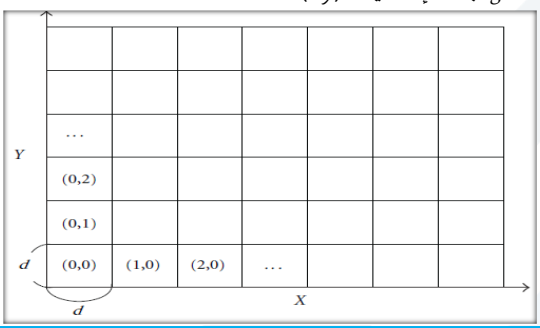
المسار المكون من D-N1-S

- **لكن في اللحظة $t + \Delta t$:**

وقع هذا المسار في الفشل عندما تحركت N_1 خارج مجال البث للعقدة S .

GPGR (Grid-based Predictive Geographical Routing)

- يعتمد الـGPGR على معلومات خرائط الطرقات ليولد طبولوجيا الطريق.
- حيث يفترض هذا البروتوكول أن كل عربة *تعلم موقعها باستخدام الـGPS و تملك خريطة رقمية للطرق*.
- لذا توجه رزم المعلومات بين العربات متبعة طبولوجيا الطريق وقطاعات الطريق الحقيقية.
- تقسم المنطقة الجغرافية إلى grid ثنائية البعد. ترقم الـgrids تبعاً للإحداثيات (x,y).
- كل grid هو عبارة عن منطقة مربعة(dxd)

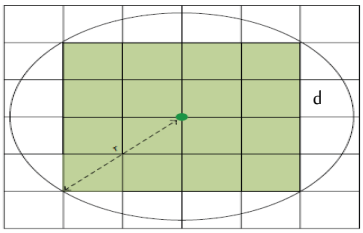


GPGR (Grid-based Predictive Geographical Routing)

- تمتلك كل عربة مجالاً راديوياً r بحيث يكون طول ضلع الشبكة (Grid):

$$d = \frac{r}{2\sqrt{2}}$$

- تمثل القيمة الأعظمية لـ d بحيث أن العربة قادرة على إرسال المعلومات إلى أية عربة في الثماني grids المجاورة.



- بما أن العربة تعرف موقعها (xi,yi) فيمكن لها حساب موقع الـ

$$G(x_i, y_i) = \left[\left[\frac{x_i}{d}\right], \left[\frac{y_i}{d}\right]\right]$$

➢ تحتوي رسائل الـ beacon على موقع الـ grid بدلاً من موقع العربة

GPGR (Grid-based Predictive Geographical Routing)

- عندما تريد عقدة المصدر إرسال رسالة إلى عقدة هدف:
  - تقوم هذه العقدة بتفحص جميع العقد المرشحة كعقد ربط متعلقة بذلك
  - من بين تلك العقد تختار العقدة الأقرب إلى العقدة الهدف كعقدة ربط

شرط أن تقع ضمن مجال تغطيتها (r) وذلك اعتماداً على موقع العقدة المستقبلي (future vehicle position) باستخدام الـ road grid

- أي:

تجد العقدة المصدر جميع جيرانها الواقعين ضمن مجال تغطيتها وتحسب المسافة التي تفصلها عنها D(VS,VN) اعتماداً على هذه المسافة تختار عقدة الربط (VR) فالعقدة ذات المسافة الأكبر عنها هي التي يتم اختيارها كعقدة ربط أي:

VS chooses VR in VN such that D(VR,VD) is minimal

ملاحظة: في بعض الأحيان قد يكون الموقع المتوقع غير واقع ضمن شبكة الطرق

عندها تختار العقدة المصدر العقدة ذات الموقع المتوقع الأقرب

➢ **مثال :**

➢ إذا كان تسلسل الـ grid للطريق من أجل حركة العقد على الطريق هو:

{G(4, 3),G(4, 4),G(4, 5), {G(3, 5) | G(5, 5)}}

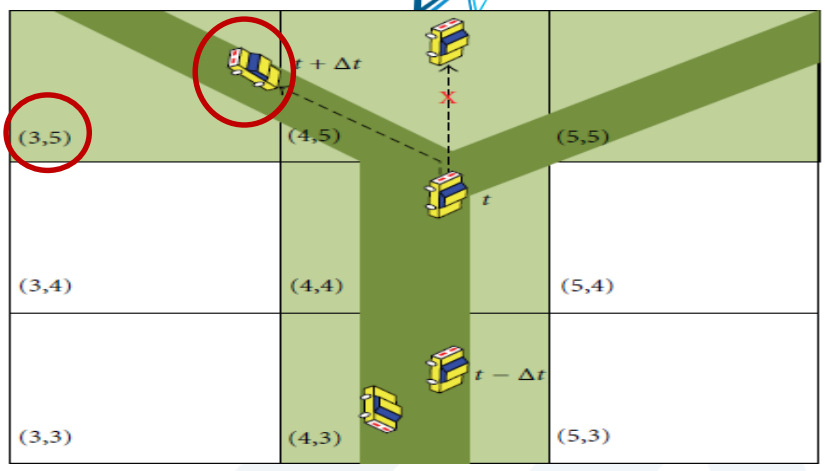
➢ هكذا كل العقد بإمكانها أن تتحرك متبعة تسلسل واحد فقط من الـ grid الآتية:

{G(4, 3),G(4, 4),G(4, 5),G(3, 5)}

أو

{G(4, 3),G(4, 4),G(4, 5),G(5, 5)}

➢ **مثال :**



➢ سيكون الموقع المتوقع للعقدة في اللحظة $(t + \Delta t)$ هو $G(3, 5)$ بدلاً من $G(4, 5)$ أو $\{G(5, 5)$ وذلك تم من خلال حساب الموقع المتوقع **اعتماداً على السرعة والاتجاه** ومن ثم المطابقة مع الخريطة الحقيقية للطريق.

GPGR (Grid-based Predictive Geographical Routing)

➢ من أجل N عقدة موجودة في قطاع الطريق:

- إذا كان موقع كل عقدة في لحظة (t) معطى بـ

$$G(x_i(t), y_i(t)) \quad \text{where i} = 1\text{toN}$$

- إذا كان موقع كل عقدة في لحظة سابقة ($t-\Delta t$) معطى بـ

$$G(x_i(t-\Delta t), y_i(t-\Delta t)) \quad \text{where i} = 1\text{toN}$$

- يكون الموقع التالي المتوقع لكل عقدة في لحظة ($t+\Delta t$) هو:

$$G(x_i(t+\Delta t), y_i(t+\Delta t)) \quad \text{where i} = 1\text{toN}$$

وذلك اعتماداً على حساب السرعة والاتجاه.

GPGR (Grid-based Predictive Geographical Routing)

- تعطى سرعة العقدة المرشحة أن تكون عقدة ربط بالعلاقة :

$$V = \frac{\sqrt{(x_i(t) - x_i(t-\Delta t))^2 + (y_i(t) - y_i(t-\Delta t))^2}}{t - (t-\Delta t)}$$

➢ يعطى اتجاه العقدة المرشحة أن تكون عقدة ربط بالعلاقة :

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{y_i(t) - y_i(t-\Delta t)}{x_i(t) - x_i(t-\Delta t)}\right)$$

➢ فيكون الموقع التالي المتوقع لعقدة الربط المرشحة بالعلاقة :

$$G(x_i(t+\Delta t), y_i(t+\Delta t)) = [[x_i(t) + V \times \cos\theta \times \Delta t], [y_i(t) + V \times \sin\theta \times \Delta t]]$$

GPGR (Grid-based Predictive Geographical Routing)

- تعطى المسافة بين مركزي شبكتين (two grids) بالعلاقة:

$$\overline{G(x_i, y_i)G(x_j, y_j)} = \sqrt{(x_i - y_i)^2 + (x_j - y_j)^2} \times d$$

Thanks