



۸۱۰۱۰۱۴۹۰

شبکه‌های کامپیوتری

نام و نام خانوادگی: کسری کاشانی



تمرین ۴

۱۱. گزارش کار:

۱ مقدمه و هدف پروژه

هدف این پروژه پیاده‌سازی الگوریتم مسیریابی Distance Vector به صورت توزیع شده و ناهمگام برای یک شبکه کوچک شامل چهار گره است. در این مدل، هر گره فقط هزینه لینک‌های مستقیم خود را می‌داند و با تبادل پیام‌های بردار فاصله با همسایه‌های مستقیم، به تدریج اطلاعات لازم برای یافتن مسیرهای کم‌هزینه به همه مقاصد را به دست می‌آورد. محیط شبیه‌ساز نقش شبکه را بازی می‌کند و پیام‌ها را با تأخیرهای متغیر و ترتیب نامشخص بین گره‌های مجاور منتقل می‌کند؛ بنابراین الگوریتم باید بدون فرض همزمانی، به درستی همگرا شود.

۲ توپولوژی شبکه و هزینه لینک‌ها

شبکه شامل چهار گره ۰ تا ۳ است و لینک‌ها دوطرفه با هزینه یکسان در هر دو جهت در نظر گرفته می‌شوند. مطابق تنظیمات شبیه‌ساز:

- هزینه لینک ۰-۱ برابر ۱
- هزینه لینک ۰-۲ برابر ۳
- هزینه لینک ۰-۳ برابر ۷
- هزینه لینک ۱-۲ برابر ۱
- هزینه لینک ۲-۳ برابر ۲

همچنین مقدار 999 به عنوان INF برای «نیبد مسیر» استفاده شده است.

۳ ساختار داده‌ها و مدل محاسباتی

برای هر گره، یک ساختار داده به نام جدول فاصله یا Distance Table نگهداری شد که یک آرایه دو بعدی با ابعاد 4×4 است. در این جدول:

- سطرها مقصد (dest) را نشان می‌دهند.
- ستون‌ها همسایه‌ای را نشان می‌دهند که مسیر از طریق آن انتخاب می‌شود (via).
- مقدار هر خانه بیانگر هزینه مسیر «از طریق آن همسایه» تا مقصد است.

علاوه بر آن، یک آرایه یک بعدی به نام mincost نگهداری شد که کمترین هزینه فعلی گره برای رسیدن به هر مقصد را ذخیره می‌کند. این mincost همان بردار فاصله‌ای است که در پیام‌ها به همسایه‌ها ارسال می‌شود. محاسبات بر اساس رابطه Bellman-Ford انجام می‌شود. یعنی برای هر مقصد، گره هزینه رفتن به مقصد از طریق هر همسایه را محاسبه کرده و کمترین مقدار را انتخاب می‌کند.

۴ مقداردهی اولیه: توابع rtinitX

در شروع شبیه‌سازی (زمان $t=0.00$) توابع rtinit0، rtinit1، rtinit2 و rtinit3 در هر گره فراخوانی شدند. در این مرحله:

- (آ) کل جدول فاصله با مقدار 999 پر شد تا نبود مسیر مشخص باشد.
- (ب) هزینه لینک‌های مستقیم در خانه‌های مربوطه قرار گرفت.
- (ج) آرایه mincost بر اساس لینک‌های مستقیم تنظیم شد.
- (د) هر گره بردار فاصله اولیه خود را با استفاده از تابع tolayer2 فقط برای همسایه‌های مستقیم ارسال کرد.
- (ه) جدول فاصله اولیه برای مشاهده وضعیت شروع چاپ شد.

نمونه‌ای از بردار فاصله اولیه گره 0 در خروجی: گره 0 بردار $[0, 1, 3, 7]$ را به همسایه‌های 1، 2 و 3 ارسال کرد.

۵ به روزرسانی‌ها: توابع rtupdateX

پس از آغاز شبیه‌سازی، هر بار که یک پیام Distance Vector از یک همسایه به یک گره می‌رسید، تابع rtupdateX همان گره اجرا می‌شد. روند کلی به روزرسانی به این صورت بود:

(ا) فرستنده پیام (sourceid) مشخص می‌شد و ستون مربوط به آن همسایه در Distance Table به روزرسانی می‌گردید.

(ب) برای هر مقصد، هزینه جدید از طریق فرستنده برابر «هزینه لینک مستقیم تا فرستنده + هزینه‌ای که فرستنده برای آن مقصد اعلام کرده» محاسبه شد.

(ج) پس از ثبت این مقادیر، برای هر مقصد کمترین مقدار بین همه مسیرهای ممکن انتخاب شد و mincost جدید ساخته شد.

(د) اگر mincost نسبت به قبل تغییر کرده بود (یعنی DV تغییر کرده بود)، گره DV جدید را مجدداً برای همه همسایه‌های مستقیم ارسال می‌کرد.

(ه) در خروجی، برای اهداف اشکال‌زدایی و گزارش‌دهی، وضعیت DT_updated و DV_updated همچنین جدول فعلی چاپ می‌شد.

این فرآیند باعث شد شبکه به صورت تدریجی و توزیع شده به سمت مسیرهای کم‌هزینه همگرا شود.

۶ همگرایی اولیه پیش از تغییر هزینه لینک

خروجی شبیه‌سازی نشان داد که شبکه قبل از تغییر لینک، به یک وضعیت پایدار می‌رسد که در آن کوتاه‌ترین مسیرها درست تشخیص داده شده‌اند. برای مثال:

□ گره 0 در ابتدا برای رسیدن به گره 2 از لینک مستقیم با هزینه 3 استفاده می‌کرد، اما پس از دریافت اطلاعات از گره 1 و 2 متوجه شد مسیر $2 \rightarrow 1 \rightarrow 0$ با هزینه 2 کوتاه‌تر است و مقدار mincost[2] را اصلاح کرد.

□ همچنین برای رسیدن به گره 3، مسیر مستقیم $3 \rightarrow 0$ با هزینه 7 جای خود را به مسیر $3 \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow 0$ با هزینه 4 داد و شبکه همگرا شد.

در وضعیت پایدار قبل از تغییر لینک، جدول نهایی گره 0 مطابق خروجی نشان می‌دهد:

□ هزینه به 1 برابر 1

□ هزینه به 2 برابر 2

□ هزینه به 3 برابر 4

۷ تغییر هزینه لینک و واکنش الگوریتم linkhandler

در شبیه‌سازی، در زمان $t=10000.00$ هزینه لینک بین گره‌های ۰ و ۱ از ۱ به ۲۰ تغییر داده شد. این تغییر با اجرای توابع `linkhandler0` و `linkhandler1` مدیریت شد. در این توابع:

- (آ) هزینه لینک مستقیم به مقدار جدید به روزرسانی شد.
- (ب) مقادیر مربوط به مسیرهای عبوری از آن همسایه در جدول فاصله اصلاح شد.
- (ج) `mincost` مجدداً محاسبه شد.
- (د) اگر بردار فاصله تغییر می‌کرد، DV جدید برای همسایه‌های مستقیم ارسال می‌شد.

طبق خروجی، پس از افزایش هزینه لینک ۰-۱، گره ۰ دیگر مسیرهای بهینه قبلی را از طریق ۱ انتخاب نمی‌کرد و مسیرهای جایگزین از طریق ۲ و ۳ را برگزید. برای نمونه، هزینه گره ۰ تا گره ۱ به جای ۱، برابر ۴ شد (مسیر $0 \rightarrow 2 \rightarrow 1$).

۸ بازگشت هزینه لینک و همگرایی مجدد

در زمان $t=20000.00$ هزینه لینک ۰-۱ دوباره به مقدار اولیه ۱ برگشت. مشابه مرحله قبل، توابع `linkhandler0` و `linkhandler1` اجرا شدند و گره‌ها با ارسال Distance Vector جدید، دوباره همگرا شدند و شبکه به همان مسیرهای کم‌هزینه اولیه بازگشت. این نشان می‌دهد پیاده‌سازی علاوه بر همگرایی اولیه، توانایی بازیابی وضعیت بهینه پس از تغییرات شبکه را نیز دارد.

۹ نتیجه‌گیری

نتایج شبیه‌سازی نشان داد الگوریتم Distance Vector به درستی پیاده‌سازی شده است:

- شبکه در شرایط اولیه به مسیرهای کم‌هزینه همگرا شد.
- در مواجهه با تغییر هزینه لینک ۰-۱ واکنش صحیح نشان داد و مسیرهای جایگزین را انتخاب کرد.
- پس از بازگشت هزینه لینک به مقدار اولیه، دوباره به وضعیت بهینه قبلی برگشت.
- تبادل پیام‌ها فقط بین همسایه‌های مستقیم انجام شد و رفتار ناهمگام شبیه‌ساز باعث اختلال در صحت همگرایی نشد.

در پایان نیز شبیه‌ساز با پیام «عدم وجود بسته در محیط» متوقف شد که نشان‌دهنده پایان تبادل پیام‌ها و رسیدن شبکه به حالت پایدار است.

۱۰ تصاویر نتایج شبیه‌سازی

در انتهای، نتایج شبیه‌سازی به صورت زیر شد:

```

Enter TRACE:2
[t= 0.00] node0: rtinit0() called
[t= 0.00] node0: initial DT:
    via
    D0 |   1   2   3
    ---|-----
    1|   1   999   999
dest 2|   999   3   999
    3|   999   999   7
[t= 0.00] node0: send its DV to node1, DV = [0, 1, 3, 7]
[t= 0.00] node0: send its DV to node2, DV = [0, 1, 3, 7]
[t= 0.00] node0: send its DV to node3, DV = [0, 1, 3, 7]
[t= 0.00] node1: rtinit1() called
[t= 0.00] node1: initial DT:
    via
    D1 |   0   2
    ---|-----
    0|   1   999
dest 2|   999   1
    3|   999   999
[t= 0.00] node1: send its DV to node0, DV = [1, 0, 1, 999]
[t= 0.00] node1: send its DV to node2, DV = [1, 0, 1, 999]
[t= 0.00] node2: rtinit2() called
[t= 0.00] node2: initial DT:
    via
    D2 |   0   1   3
    ---|-----
    0|   3   999   999
dest 1|   999   1   999
    3|   999   999   2
[t= 0.00] node2: send its DV to node0, DV = [3, 1, 0, 2]
[t= 0.00] node2: send its DV to node1, DV = [3, 1, 0, 2]
[t= 0.00] node2: send its DV to node3, DV = [3, 1, 0, 2]
[t= 0.00] node3: rtinit3() called
[t= 0.00] node3: initial DT:
    via
    D3 |   0   2
    ---|-----
    0|   7   999
dest 1|   999   999
    2|   999   2
[t= 0.00] node3: send its DV to node0, DV = [7, 999, 2, 0]
[t= 0.00] node3: send its DV to node2, DV = [7, 999, 2, 0]
MAIN: rcv event, t=0.094, at 1 src: 0, dest: 1, contents: 0 1 3 7
[t= 0.09] node1: rtupdate1() called from node0 with new DV = [0, 1, 3, 7]
[t= 0.09] node1: DT_updated=YES, DV_updated=YES, DT:
    via
    D1 |   0   2
    ---|-----
    0|   1   999
dest 2|   4   1
    3|   8   999
[t= 0.09] node1: send its DV to node0, DV = [1, 0, 1, 8]
[t= 0.09] node1: send its DV to node2, DV = [1, 0, 1, 8]
MAIN: rcv event, t=0.427, at 1 src: 2, dest: 1, contents: 3 1 0 2
[t= 0.43] node1: rtupdate1() called from node2 with new DV = [3, 1, 0, 2]
[t= 0.43] node1: DT_updated=YES, DV_updated=YES, DT:
    via
    D1 |   0   2
    ---|-----
    0|   1   4
dest 2|   4   1
    3|   8   3

```

```

[t= 0.43] node1: send its DV to node0, DV = [1, 0, 1, 3]
[t= 0.43] node1: send its DV to node2, DV = [1, 0, 1, 3]
MAIN: rcv event, t=0.998, at 0 src: 1, dest: 0, contents: 1 0 1 999
[t= 1.00] node0: rtupdate0() called from node1 with new DV = [1, 0, 1, 999]
[t= 1.00] node0: DT_updated=YES, DV_updated=YES, DT:
    via
    D0 | 1 2 3
    ---|-----
    1| 1 999 999
dest 2| 2 3 999
    3| 999 999 7
[t= 1.00] node0: send its DV to node1, DV = [0, 1, 2, 7]
[t= 1.00] node0: send its DV to node2, DV = [0, 1, 2, 7]
[t= 1.00] node0: send its DV to node3, DV = [0, 1, 2, 7]
MAIN: rcv event, t=1.244, at 3 src: 0, dest: 3, contents: 0 1 3 7
[t= 1.24] node3: rtupdate3() called from node0 with new DV = [0, 1, 3, 7]
[t= 1.24] node3: DT_updated=YES, DV_updated=YES, DT:
    via
    D3 | 0 2
    ---|-----
    0| 7 999
dest 1| 8 999
    2| 10 2
[t= 1.24] node3: send its DV to node0, DV = [7, 8, 2, 0]
[t= 1.24] node3: send its DV to node2, DV = [7, 8, 2, 0]
MAIN: rcv event, t=1.514, at 2 src: 0, dest: 2, contents: 0 1 3 7
[t= 1.51] node2: rtupdate2() called from node0 with new DV = [0, 1, 3, 7]
[t= 1.51] node2: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D2 | 0 1 3
    ---|-----
    0| 3 999 999
dest 1| 4 1 999
    3| 10 999 2
MAIN: rcv event, t=1.685, at 0 src: 2, dest: 0, contents: 3 1 0 2
[t= 1.69] node0: rtupdate0() called from node2 with new DV = [3, 1, 0, 2]
[t= 1.69] node0: DT_updated=YES, DV_updated=YES, DT:
    via
    D0 | 1 2 3
    ---|-----
    1| 1 4 999
dest 2| 2 3 999
    3| 999 5 7
[t= 1.69] node0: send its DV to node1, DV = [0, 1, 2, 5]
[t= 1.69] node0: send its DV to node2, DV = [0, 1, 2, 5]
[t= 1.69] node0: send its DV to node3, DV = [0, 1, 2, 5]
MAIN: rcv event, t=2.171, at 3 src: 2, dest: 3, contents: 3 1 0 2
[t= 2.17] node3: rtupdate3() called from node2 with new DV = [3, 1, 0, 2]
[t= 2.17] node3: DT_updated=YES, DV_updated=YES, DT:
    via
    D3 | 0 2
    ---|-----
    0| 7 5
dest 1| 8 3
    2| 10 2
[t= 2.17] node3: send its DV to node0, DV = [5, 3, 2, 0]
[t= 2.17] node3: send its DV to node2, DV = [5, 3, 2, 0]
MAIN: rcv event, t=2.399, at 0 src: 3, dest: 0, contents: 7 999 2 0
[t= 2.40] node0: rtupdate0() called from node3 with new DV = [7, 999, 2, 0]
[t= 2.40] node0: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D0 | 1 2 3
    ---|-----
    1| 1 4 999
dest 2| 2 3 9
    3| 999 5 7

```

```

MAIN: rcv event, t=2.667, at 2 src: 1, dest: 2, contents: 1 0 1 999
[t= 2.67] node2: rtupdate2() called from node1 with new DV = [1, 0, 1, 999]
[t= 2.67] node2: DT_updated=YES, DV_updated=YES, DT:
    via
    D2 | 0 1 3
    ----
    0| 3 2 999
dest 1| 4 1 999
    3| 10 999 2
[t= 2.67] node2: send its DV to node0, DV = [2, 1, 0, 2]
[t= 2.67] node2: send its DV to node1, DV = [2, 1, 0, 2]
[t= 2.67] node2: send its DV to node3, DV = [2, 1, 0, 2]
MAIN: rcv event, t=2.823, at 1 src: 0, dest: 1, contents: 0 1 2 7
[t= 2.82] node1: rtupdate1() called from node0 with new DV = [0, 1, 2, 7]
[t= 2.82] node1: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D1 | 0 2
    ----
    0| 1 4
dest 2| 3 1
    3| 8 3
MAIN: rcv event, t=3.361, at 0 src: 1, dest: 0, contents: 1 0 1 3
[t= 3.36] node0: rtupdate0() called from node1 with new DV = [1, 0, 1, 3]
[t= 3.36] node0: DT_updated=YES, DV_updated=YES, DT:
    via
    D0 | 1 2 3
    ----
    1| 1 4 999
dest 2| 2 3 9
    3| 4 5 7
[t= 3.36] node0: send its DV to node1, DV = [0, 1, 2, 4]
[t= 3.36] node0: send its DV to node2, DV = [0, 1, 2, 4]
[t= 3.36] node0: send its DV to node3, DV = [0, 1, 2, 4]
MAIN: rcv event, t=3.780, at 3 src: 0, dest: 3, contents: 0 1 2 7
[t= 3.78] node3: rtupdate3() called from node0 with new DV = [0, 1, 2, 7]
[t= 3.78] node3: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D3 | 0 2
    ----
    0| 7 5
dest 1| 8 3
    2| 9 2
MAIN: rcv event, t=3.798, at 2 src: 3, dest: 2, contents: 7 999 2 0
[t= 3.80] node2: rtupdate2() called from node3 with new DV = [7, 999, 2, 0]
[t= 3.80] node2: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D2 | 0 1 3
    ----
    0| 3 2 9
dest 1| 4 1 999
    3| 10 999 2
MAIN: rcv event, t=3.915, at 0 src: 3, dest: 0, contents: 7 8 2 0
[t= 3.92] node0: rtupdate0() called from node3 with new DV = [7, 8, 2, 0]
[t= 3.92] node0: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D0 | 1 2 3
    ----
    1| 1 4 15
dest 2| 2 3 9
    3| 4 5 7
MAIN: rcv event, t=4.098, at 1 src: 0, dest: 1, contents: 0 1 2 5
[t= 4.10] node1: rtupdate1() called from node0 with new DV = [0, 1, 2, 5]
[t= 4.10] node1: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D1 | 0 2
    ----
    0| 1 4
dest 2| 3 1
    3| 6 3

```

```

MAIN: rcv event, t=4.650, at 1 src: 2, dest: 1, contents: 2 1 0 2
[t= 4.65] node1: rtupdate1() called from node2 with new DV = [2, 1, 0, 2]
[t= 4.65] node1: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D1 | 0 2
    ---|-----
    0| 1 3
dest 2| 3 1
    3| 6 3
MAIN: rcv event, t=4.774, at 2 src: 1, dest: 2, contents: 1 0 1 8
[t= 4.77] node2: rtupdate2() called from node1 with new DV = [1, 0, 1, 8]
[t= 4.77] node2: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D2 | 0 1 3
    ---|-----
    0| 3 2 9
dest 1| 4 1 999
    3| 10 9 2
MAIN: rcv event, t=5.464, at 3 src: 0, dest: 3, contents: 0 1 2 5
[t= 5.46] node3: rtupdate3() called from node0 with new DV = [0, 1, 2, 5]
[t= 5.46] node3: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D3 | 0 2
    ---|-----
    0| 7 5
dest 1| 8 3
    2| 9 2
MAIN: rcv event, t=5.640, at 0 src: 3, dest: 0, contents: 5 3 2 0
[t= 5.64] node0: rtupdate0() called from node3 with new DV = [5, 3, 2, 0]
[t= 5.64] node0: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D0 | 1 2 3
    ---|-----
    1| 1 4 10
dest 2| 2 3 9
    3| 4 5 7
MAIN: rcv event, t=5.760, at 2 src: 1, dest: 2, contents: 1 0 1 3
[t= 5.76] node2: rtupdate2() called from node1 with new DV = [1, 0, 1, 3]
[t= 5.76] node2: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D2 | 0 1 3
    ---|-----
    0| 3 2 9
dest 1| 4 1 999
    3| 10 4 2
MAIN: rcv event, t=6.212, at 1 src: 0, dest: 1, contents: 0 1 2 4
[t= 6.21] node1: rtupdate1() called from node0 with new DV = [0, 1, 2, 4]
[t= 6.21] node1: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D1 | 0 2
    ---|-----
    0| 1 3
dest 2| 3 1
    3| 5 3
MAIN: rcv event, t=6.315, at 3 src: 2, dest: 3, contents: 2 1 0 2
[t= 6.32] node3: rtupdate3() called from node2 with new DV = [2, 1, 0, 2]
[t= 6.32] node3: DT_updated=YES, DV_updated=YES, DT:
    via
    D3 | 0 2
    ---|-----
    0| 7 4
dest 1| 8 3
    2| 9 2

```

```

[t= 6.32] node3: send its DV to node0, DV = [4, 3, 2, 0]
[t= 6.32] node3: send its DV to node2, DV = [4, 3, 2, 0]
MAIN: rcv event, t=6.435, at 0 src: 2, dest: 0, contents: 2 1 0 2
[t= 6.44] node0: rtupdate0() called from node2 with new DV = [2, 1, 0, 2]
[t= 6.44] node0: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D0 | 1 2 3
    ---|-----
    1| 1 4 10
dest 2| 2 3 9
    3| 4 5 7
MAIN: rcv event, t=6.771, at 2 src: 0, dest: 2, contents: 0 1 2 7
[t= 6.77] node2: rtupdate2() called from node0 with new DV = [0, 1, 2, 7]
[t= 6.77] node2: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D2 | 0 1 3
    ---|-----
    0| 3 2 9
dest 1| 4 1 999
    3| 10 4 2
MAIN: rcv event, t=7.003, at 3 src: 0, dest: 3, contents: 0 1 2 4
[t= 7.00] node3: rtupdate3() called from node0 with new DV = [0, 1, 2, 4]
[t= 7.00] node3: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D3 | 0 2
    ---|-----
    0| 7 4
dest 1| 8 3
    2| 9 2
MAIN: rcv event, t=7.406, at 0 src: 3, dest: 0, contents: 4 3 2 0
[t= 7.41] node0: rtupdate0() called from node3 with new DV = [4, 3, 2, 0]
[t= 7.41] node0: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D0 | 1 2 3
    ---|-----
    1| 1 4 10
dest 2| 2 3 9
    3| 4 5 7
MAIN: rcv event, t=7.650, at 2 src: 3, dest: 2, contents: 7 8 2 0
[t= 7.65] node2: rtupdate2() called from node3 with new DV = [7, 8, 2, 0]
[t= 7.65] node2: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D2 | 0 1 3
    ---|-----
    0| 3 2 9
dest 1| 4 1 10
    3| 10 4 2
MAIN: rcv event, t=8.069, at 2 src: 0, dest: 2, contents: 0 1 2 5
[t= 8.07] node2: rtupdate2() called from node0 with new DV = [0, 1, 2, 5]
[t= 8.07] node2: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D2 | 0 1 3
    ---|-----
    0| 3 2 9
dest 1| 4 1 10
    3| 8 4 2
MAIN: rcv event, t=9.377, at 2 src: 3, dest: 2, contents: 5 3 2 0
[t= 9.38] node2: rtupdate2() called from node3 with new DV = [5, 3, 2, 0]
[t= 9.38] node2: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D2 | 0 1 3
    ---|-----
    0| 3 2 7
dest 1| 4 1 5
    3| 8 4 2

```

```

MAIN: rcv event, t=10.016, at 2 src: 0, dest: 2, contents:  0  1  2  4
[t= 10.02] node2: rtupdate2() called from node0 with new DV = [0, 1, 2, 4]
[t= 10.02] node2: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D2 | 0   1   3
    -----|-----
    0| 3   2   7
dest 1| 4   1   5
3| 7   4   2
MAIN: rcv event, t=11.030, at 2 src: 3, dest: 2, contents:  4  3  2  0
[t= 11.03] node2: rtupdate2() called from node3 with new DV = [4, 3, 2, 0]
[t= 11.03] node2: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D2 | 0   1   3
    -----|-----
    0| 3   2   6
dest 1| 4   1   5
3| 7   4   2
MAIN: rcv event, t=10000.000, at -1[t=10000.00] node0: linkhandler0(linkid=1, newcost=20)
[t=10000.00] node0: after link change, DV_changed=YES, DT:
    via
    D0 | 1   2   3
    -----|-----
    1| 20  4   10
dest 2| 2   3   9
3| 4   5   7
[t=10000.00] node0: send its DV to node1, DV = [0, 4, 2, 4]
[t=10000.00] node0: send its DV to node2, DV = [0, 4, 2, 4]
[t=10000.00] node0: send its DV to node3, DV = [0, 4, 2, 4]
[t=10000.00] node1: linkhandler1(linkid=0, newcost=20)
[t=10000.00] node1: after link change, DV_changed=YES, DT:
    via
    D1 | 0   2
    -----|-----
    0| 20  3
dest 2| 3   1
3| 5   3
[t=10000.00] node1: send its DV to node0, DV = [3, 0, 1, 3]
[t=10000.00] node1: send its DV to node2, DV = [3, 0, 1, 3]
MAIN: rcv event, t=10000.013, at 2 src: 0, dest: 2, contents:  0  4  2  4
[t=10000.01] node2: rtupdate2() called from node0 with new DV = [0, 4, 2, 4]
[t=10000.01] node2: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D2 | 0   1   3
    -----|-----
    0| 3   2   6
dest 1| 7   1   5
3| 7   4   2
MAIN: rcv event, t=10000.666, at 1 src: 0, dest: 1, contents:  0  4  2  4
[t=10000.67] node1: rtupdate1() called from node0 with new DV = [0, 4, 2, 4]
[t=10000.67] node1: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D1 | 0   2
    -----|-----
    0| 20  3
dest 2| 22  1
3| 24  3
MAIN: rcv event, t=10001.100, at 0 src: 1, dest: 0, contents:  3  0  1  3
[t=10001.10] node0: rtupdate0() called from node1 with new DV = [3, 0, 1, 3]
[t=10001.10] node0: DT_updated=YES, DV_updated=YES, DT:
    via
    D0 | 1   2   3
    -----|-----
    1| 20  4   10
dest 2| 21  3   9
3| 23  5   7

```

```

[t=10001.10] node0: send its DV to node1, DV = [0, 4, 3, 5]
[t=10001.10] node0: send its DV to node2, DV = [0, 4, 3, 5]
[t=10001.10] node0: send its DV to node3, DV = [0, 4, 3, 5]
MAIN: rcv event, t=10001.130, at 3 src: 0, dest: 3, contents:  0  4  2  4
[t=10001.13] node3: rtupdate3() called from node0 with new DV = [0, 4, 2, 4]
[t=10001.13] node3: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
      D3 | 0 2
      ----
      0| 7 4
dest 1| 11 3
  2| 9 2
MAIN: rcv event, t=10001.837, at 1 src: 0, dest: 1, contents:  0  4  3  5
[t=10001.84] node1: rtupdate1() called from node0 with new DV = [0, 4, 3, 5]
[t=10001.84] node1: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
      D1 | 0 2
      ----
      0| 20 3
dest 2| 23 1
  3| 25 3
MAIN: rcv event, t=10001.865, at 2 src: 1, dest: 2, contents:  3  0  1  3
[t=10001.87] node2: rtupdate2() called from node1 with new DV = [3, 0, 1, 3]
[t=10001.87] node2: DT_updated=YES, DV_updated=YES, DT:
    via
      D2 | 0 1 3
      ----
      0| 3 4 6
dest 1| 7 1 5
  3| 7 4 2
[t=10001.87] node2: send its DV to node0, DV = [3, 1, 0, 2]
[t=10001.87] node2: send its DV to node1, DV = [3, 1, 0, 2]
[t=10001.87] node2: send its DV to node3, DV = [3, 1, 0, 2]
MAIN: rcv event, t=10001.866, at 0 src: 2, dest: 0, contents:  3  1  0  2
[t=10001.87] node0: rtupdate0() called from node2 with new DV = [3, 1, 0, 2]
[t=10001.87] node0: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
      D0 | 1 2 3
      ----
      1| 20 4 10
dest 2| 21 3 9
  3| 23 5 7
MAIN: rcv event, t=10002.132, at 2 src: 0, dest: 2, contents:  0  4  3  5
[t=10002.13] node2: rtupdate2() called from node0 with new DV = [0, 4, 3, 5]
[t=10002.13] node2: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
      D2 | 0 1 3
      ----
      0| 3 4 6
dest 1| 7 1 5
  3| 8 4 2
MAIN: rcv event, t=10002.407, at 3 src: 0, dest: 3, contents:  0  4  3  5
[t=10002.41] node3: rtupdate3() called from node0 with new DV = [0, 4, 3, 5]
[t=10002.41] node3: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
      D3 | 0 2
      ----
      0| 7 4
dest 1| 11 3
  2| 10 2
MAIN: rcv event, t=10003.202, at 3 src: 2, dest: 3, contents:  3  1  0  2
[t=10003.20] node3: rtupdate3() called from node2 with new DV = [3, 1, 0, 2]
[t=10003.20] node3: DT_updated=YES, DV_updated=YES, DT:
    via
      D3 | 0 2
      ----
      0| 7 5
dest 1| 11 3
  2| 10 2

```

```

[t=10003.20] node3: send its DV to node0, DV = [5, 3, 2, 0]
[t=10003.20] node3: send its DV to node2, DV = [5, 3, 2, 0]
MAIN: rcv event, t=10003.687, at 2 src: 3, dest: 2, contents: 5 3 2 0
[t=10003.69] node2: rtupdate2() called from node3 with new DV = [5, 3, 2, 0]
[t=10003.69] node2: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D2 | 0 1 3
    ---|-----
    0| 3 4 7
dest 1| 7 1 5
    3| 8 4 2
MAIN: rcv event, t=10003.730, at 0 src: 3, dest: 0, contents: 5 3 2 0
[t=10003.73] node0: rtupdate0() called from node3 with new DV = [5, 3, 2, 0]
[t=10003.73] node0: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D0 | 1 2 3
    ---|-----
    1| 20 4 10
dest 2| 21 3 9
    3| 23 5 7
MAIN: rcv event, t=10003.787, at 1 src: 2, dest: 1, contents: 3 1 0 2
[t=10003.79] node1: rtupdate1() called from node2 with new DV = [3, 1, 0, 2]
[t=10003.79] node1: DT_updated=YES, DV_updated=YES, DT:
    via
    D1 | 0 2
    ---|-----
    0| 20 4
dest 2| 23 1
    3| 25 3
[t=10003.79] node1: send its DV to node0, DV = [4, 0, 1, 3]
[t=10003.79] node1: send its DV to node2, DV = [4, 0, 1, 3]
MAIN: rcv event, t=10005.285, at 0 src: 1, dest: 0, contents: 4 0 1 3
[t=10005.29] node0: rtupdate0() called from node1 with new DV = [4, 0, 1, 3]
[t=10005.29] node0: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D0 | 1 2 3
    ---|-----
    1| 20 4 10
dest 2| 21 3 9
    3| 23 5 7
MAIN: rcv event, t=10005.561, at 2 src: 1, dest: 2, contents: 4 0 1 3
[t=10005.56] node2: rtupdate2() called from node1 with new DV = [4, 0, 1, 3]
[t=10005.56] node2: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
    D2 | 0 1 3
    ---|-----
    0| 3 5 7
dest 1| 7 1 5
    3| 8 4 2
MAIN: rcv event, t=20000.000, at 6488163[t=20000.00] node0: linkhandler0(linkid=1, newcost=1)
[t=20000.00] node0: after link change, DV_changed=YES, DT:
    via
    D0 | 1 2 3
    ---|-----
    1| 1 4 10
dest 2| 21 3 9
    3| 23 5 7
[t=20000.00] node0: send its DV to node1, DV = [0, 1, 3, 5]
[t=20000.00] node0: send its DV to node2, DV = [0, 1, 3, 5]
[t=20000.00] node0: send its DV to node3, DV = [0, 1, 3, 5]
[t=20000.00] node1: linkhandler1(linkid=0, newcost=1)
[t=20000.00] node1: after link change, DV_changed=YES, DT:
    via
    D1 | 0 2
    ---|-----
    0| 1 4
dest 2| 23 1
    3| 25 3

```

```

[t=20000.00] node1: send its DV to node0, DV = [1, 0, 1, 3]
[t=20000.00] node1: send its DV to node2, DV = [1, 0, 1, 3]
MAIN: rcv event, t=20000.117, at 1 src: 0, dest: 1, contents:  0  1  3  5
[t=20000.12] node1: rtupdate1() called from node0 with new DV = [0, 1, 3, 5]
[t=20000.12] node1: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
      D1 |   0   2
      ----|-----
      0|   1   4
dest 2|   4   1
      3|   6   3
MAIN: rcv event, t=20000.205, at 0 src: 1, dest: 0, contents:  1  0  1  3
[t=20000.21] node0: rtupdate0() called from node1 with new DV = [1, 0, 1, 3]
[t=20000.21] node0: DT_updated=YES, DV_updated=YES, DT:
    via
      D0 |   1   2   3
      ----|-----
      1|   1   4   10
dest 2|   2   3   9
      3|   4   5   7
[t=20000.21] node0: send its DV to node1, DV = [0, 1, 2, 4]
[t=20000.21] node0: send its DV to node2, DV = [0, 1, 2, 4]
[t=20000.21] node0: send its DV to node3, DV = [0, 1, 2, 4]
MAIN: rcv event, t=20001.156, at 1 src: 0, dest: 1, contents:  0  1  2  4
[t=20001.16] node1: rtupdate1() called from node0 with new DV = [0, 1, 2, 4]
[t=20001.16] node1: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
      D1 |   0   2
      ----|-----
      0|   1   4
dest 2|   3   1
      3|   5   3
MAIN: rcv event, t=20001.219, at 2 src: 0, dest: 2, contents:  0  1  3  5
[t=20001.22] node2: rtupdate2() called from node0 with new DV = [0, 1, 3, 5]
[t=20001.22] node2: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
      D2 |   0   1   3
      ----|-----
      0|   3   5   7
dest 1|   4   1   5
      3|   8   4   2
MAIN: rcv event, t=20001.590, at 3 src: 0, dest: 3, contents:  0  1  3  5
[t=20001.59] node3: rtupdate3() called from node0 with new DV = [0, 1, 3, 5]
[t=20001.59] node3: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
      D3 |   0   2
      ----|-----
      0|   7   5
dest 1|   8   3
      2|  10   2
MAIN: rcv event, t=20001.650, at 3 src: 0, dest: 3, contents:  0  1  2  4
[t=20001.65] node3: rtupdate3() called from node0 with new DV = [0, 1, 2, 4]
[t=20001.65] node3: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
      D3 |   0   2
      ----|-----
      0|   7   5
dest 1|   8   3
      2|   9   2
MAIN: rcv event, t=20003.131, at 2 src: 1, dest: 2, contents:  1  0  1  3
[t=20003.13] node2: rtupdate2() called from node1 with new DV = [1, 0, 1, 3]
[t=20003.13] node2: DT_updated=YES, DV_updated=YES, DT:
    via
      D2 |   0   1   3
      ----|-----
      0|   3   2   7
dest 1|   4   1   5
      3|   8   4   2

```

```

[t=20003.13] node2: send its DV to node0, DV = [2, 1, 0, 2]
[t=20003.13] node2: send its DV to node1, DV = [2, 1, 0, 2]
[t=20003.13] node2: send its DV to node3, DV = [2, 1, 0, 2]
MAIN: rcv event, t=20004.021, at 1 src: 2, dest: 1, contents: 2 1 0 2
[t=20004.02] node1: rtupdate1() called from node2 with new DV = [2, 1, 0, 2]
[t=20004.02] node1: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
      D1 | 0 2
      ---|-----
      0| 1 3
dest 2| 3 1
      3| 5 3
MAIN: rcv event, t=20004.260, at 3 src: 2, dest: 3, contents: 2 1 0 2
[t=20004.26] node3: rtupdate3() called from node2 with new DV = [2, 1, 0, 2]
[t=20004.26] node3: DT_updated=YES, DV_updated=YES, DT:
    via
      D3 | 0 2
      ---|-----
      0| 7 4
dest 1| 8 3
      2| 9 2
[t=20004.26] node3: send its DV to node0, DV = [4, 3, 2, 0]
[t=20004.26] node3: send its DV to node2, DV = [4, 3, 2, 0]
MAIN: rcv event, t=20004.717, at 0 src: 2, dest: 0, contents: 2 1 0 2
[t=20004.72] node0: rtupdate0() called from node2 with new DV = [2, 1, 0, 2]
[t=20004.72] node0: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
      D0 | 1 2 3
      ---|-----
      1| 1 4 10
dest 2| 2 3 9
      3| 4 5 7
MAIN: rcv event, t=20005.049, at 2 src: 0, dest: 2, contents: 0 1 2 4
[t=20005.05] node2: rtupdate2() called from node0 with new DV = [0, 1, 2, 4]
[t=20005.05] node2: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
      D2 | 0 1 3
      ---|-----
      0| 3 2 7
dest 1| 4 1 5
      3| 7 4 2
MAIN: rcv event, t=20006.068, at 2 src: 3, dest: 2, contents: 4 3 2 0
[t=20006.07] node2: rtupdate2() called from node3 with new DV = [4, 3, 2, 0]
[t=20006.07] node2: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
      D2 | 0 1 3
      ---|-----
      0| 3 2 6
dest 1| 4 1 5
      3| 7 4 2
MAIN: rcv event, t=20006.277, at 0 src: 3, dest: 0, contents: 4 3 2 0
[t=20006.28] node0: rtupdate0() called from node3 with new DV = [4, 3, 2, 0]
[t=20006.28] node0: DT_updated=YES, DV_updated=NO, DT:
    via
      D0 | 1 2 3
      ---|-----
      1| 1 4 10
dest 2| 2 3 9
      3| 4 5 7

```

Simulator terminated at t=20006.277344, no packets in medium