

УДК 656.212.5:681.3

ПАХОМОВА В. М., к.т.н., доцент,
СЕНЬ Д. С., магістр (ДНУЗТ)

Дослідження протоколів внутрішньої маршрутизації в комп'ютерних мережах придніпровської залізниці

Вступ

Сьогодні недостатньо мати добре працюючу локальну мережу, сьогодні необхідно організувати обмін інформацією між різними локальними мережами, з'єднаними між собою маршрутизаторами. Тобто ефективність алгоритму маршрутизації визначає ефективність функціонування мережі у цілому. Сучасні технології пропонують вибір між простотою та низькими продуктивними витратами статичної маршрутизації і гнучкістю динамічної. Для досліджень було вибрано протокол *RIP (Routing Information Protocol)*, в якості об'єкта моделювання топології комп'ютерних мереж Придніпровської залізниці.

Обмеження протоколу RIP

Цей протокол не вирішує всіх можливих задач маршрутизації. Основним призначенням протоколу є використання для мереж середніх розмірів. Крім того, протоколу властивий ще ряд обмежень [1]:

- Використання протоколу обмежене мережами, де найдовший маршрут не перевищує 15 хопів (інтервал між двома маршрутизаторами).
- Робота протоколу залежить від «обчислення нескінченності» для вирішення нештатних ситуацій. Якщо в систему входить декілька сотень мереж і в маршрутизації є петлі, розв'язання цих петель потребує додаткового часу або пропускнуої смуги. Поки такі петлі не будуть виявлені і усунені, вони поглинатимуть значну частину пропускнуої смуги мережі. (Ця проблема виникає достатньо рідко, оскільки для її запобігання вжиті спеціальні заходи).
- Протокол використовує фіксовану метрику для порівняння альтернативних маршрутів. Таке рішення не підходить для систем, де вибір маршруту повинен ґрунтуватися на параметрах, вимірюваних в реальному масштабі часу (затримка, надійність доставки, ступінь завантаження). Просте додавання урахування таких параметрів приводить до нестабільності, з якою протокол не може працювати.

Діаграма станів маршрутизатора

На попередньому етапі розроблена формальна модель у вигляді діаграми станів маршрутизатора, яка приведена на рис. 1. Діаграма відображає повний процес функціонування маршрутизатора, який описаний у стандартах для RIP-1 і RIP-2 [1,2].

Більшу частину часу маршрутизатор проводить у стані «Прослуховування». Для того, щоб негайно отримати маршрутну таблицю маршрутизатор переходить у стан «Формування і відправка запиту» і відправляє запит.

Маршрутизатор, який прийняв запит оновлення переходить у стан «Формування і відправка відгуку» і відправляє запитані записи маршрутної таблиці.

Якщо маршрутизатор прийняв оновлення – він переходить у стан «Обробка прийнятого оновлення» і запис за записом порівнює їх із записами своєї маршрутної таблиці. Якщо необхідно відновити маршрутну таблицю, то маршрутизатор переходить у стан «Зміна запису таблиці маршрутизації», якщо ж ні – маршрутизатор повертається до стану «Прослуховування».

Після зміни запису маршрутної таблиці маршрутизатор завжди переходить у стан «Формування і відправка відгуку» і відправляє оновлення із зміненним новим маршрутом.

Маршрутизатор може перейти у стан «Формування і відправка відгуку», якщо закінчився 30-ти секундний інтервал розсилки оновлень.

Видалення маршруту з маршрутної таблиці відбувається в два етапи. Після закінчення тайм-ауту маршруту маршрутизатор переходить у стан «Підготовка до видалення маршруту», який запускає таймер збірки сміття. Потім маршрутизатор переходить у стан «Зміна запису маршрутної таблиці» щоб змінити значення метрики для недійсного маршруту на «нескінченність». Після чого інші маршрутизатори будуть повідомлені про недійсний маршрут.

Другим етапом є перехід до стану «Видалення маршруту», в якому відбувається саме видалення маршруту



Рисунок 1 - Діаграма станів маршрутизатора

Маршрутизатор, який прийняв запит оновлення переходить у стан «Формування і відправка відгуку» і відправляє запитані записи маршрутної таблиці.

Якщо маршрутизатор прийняв оновлення – він переходить у стан «Обробка прийнятого оновлення» і запис за записом порівнює їх із записами своєї маршрутної таблиці. Якщо необхідно відновити маршрутну таблицю, то маршрутизатор переходить у стан «Зміна запису таблиці маршрутизації», якщо ж ні – маршрутизатор повертається до стану «Прослуховування».

Після зміни запису маршрутної таблиці маршрутизатор завжди переходить у стан «Формування і відправка відгуку» і відправляє оновлення із зміненним новим маршрутом.

Маршрутизатор може перейти у стан «Формування і відправка відгуку», якщо закінчився 30-ти секундний інтервал розсилки оновлень.

Видалення маршруту з маршрутної таблиці відбувається в два етапи. Після закінчення тайм-ауту маршруту маршрутизатор переходить у стан «Підготовка до видалення маршруту», який запускає таймер збірки сміття. Потім маршрутизатор переходить у стан «Зміна запису маршрутної таблиці» щоб змінити значення метрики для недійсного маршруту на «нескінченність». Після чого інші маршрутизатори будуть повідомлені про недійсний маршрут.

Другим етапом є перехід до стану «Видалення маршруту», в якому відбувається саме видалення маршруту.

Особливості програмної реалізації імітаційної моделі

Модель використовує схему завдання системного часу з фіксованим зрушенням. Програмна імітаційна модель має декілька обмежень: інтенсивність надходження заявок з часом не змінюється; не враховується пропускна спроможність каналів; мережа, що моделюється не може містити більш ніж 15 маршрутизаторів або 15 підмереж; до маршрутизатора можуть бути підключені не більш ніж 15 каналів.

Початковими параметрами моделі являються: топологія мережі; інтенсивність і напрямок надходження заявок для кожної станції; час моделювання; настройки протоколу (інтервал розсилки оновлень, затримка для оновлень по події, метод розщеплювання горизонту (простий або з анонсуванням недоступності зворотного маршруту), час збірки сміття, тайм-аут маршруту). Панель настройки вхідних параметрів наведена на рис.2.

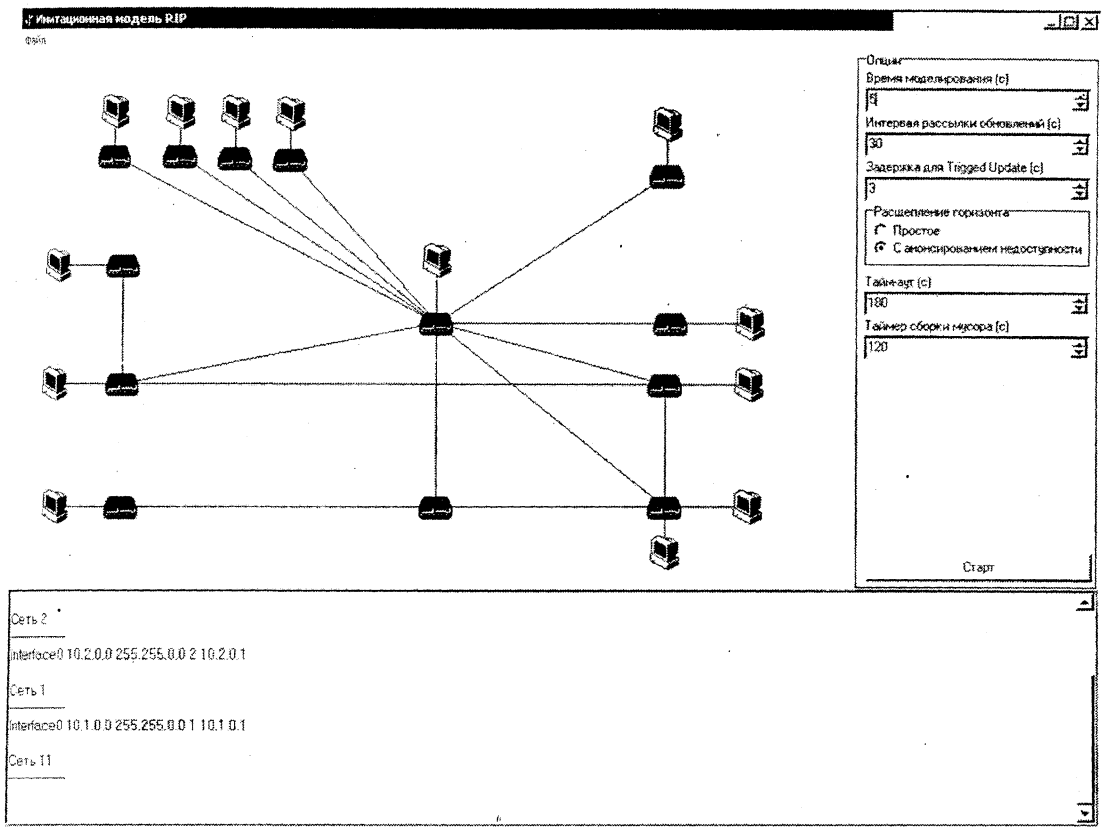


Рисунок 2 - Панель настройки входных параметров

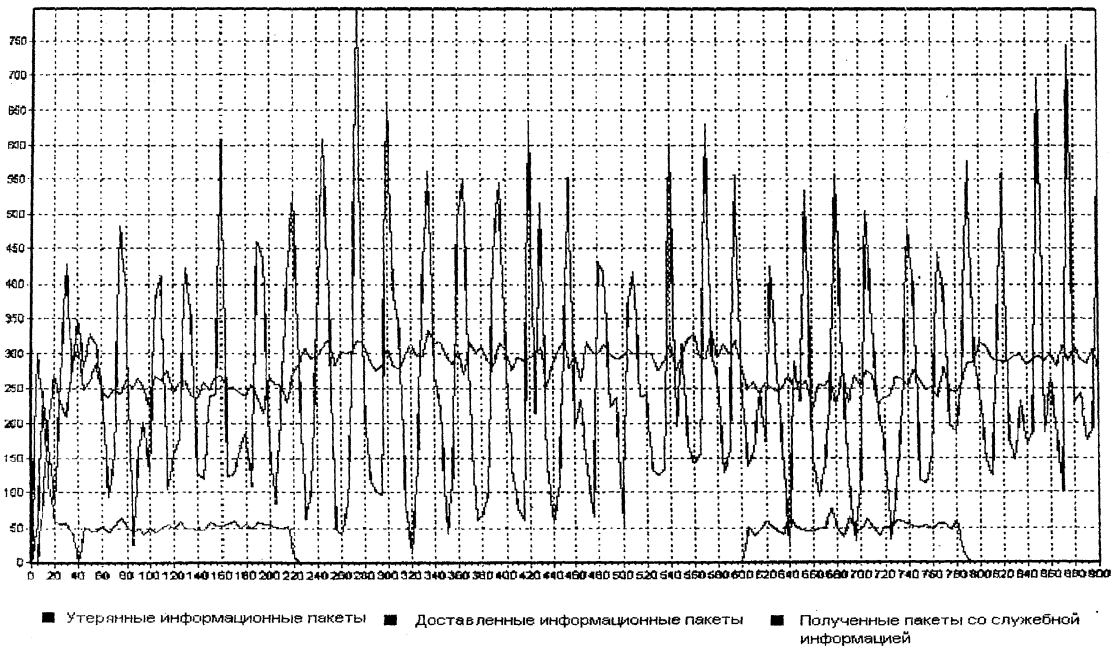


Рисунок 3 - Кінцеві характеристики моделі

Кінцеві характеристики моделі: графік доставлених інформаційних пакетів; графік втрачених інформаційних пакетів; графік отриманих пакетів з службовою інформацією протоколу RIP. Панель таких характеристик наведена на рис. 3. На графіку можна побачити, що в процесі моделювання внесені зміни в топологію мережі (відмова каналів на 40 і 600 с). В момент відмови маршрут не може обслуговуватися (з'являються втрачені пакети), але маршрутизатор впродовж 180 с «сподівається», що робота каналу буде відновлена, і тільки після цього починає пошук альтернативного маршруту. Після завершення моделювання роботи такої мережі, можна, ґрунтуючись на вихідних характеристиках моделі, зробити висновки про оптимальність конфігурації мережі і вибору її топології.

Експериментальні дослідження

Метою експерименту ставилося визначення оптимальної політики щодо організації маршрутизації мережі ДП «Придніпровська залізниця», тобто визначення випадків, коли доцільно використовувати динамічну, а коли статичну маршрутизацію. Час моделювання взятий рівним 15 хвилинам. Налаштування алгоритму RIP наведені у табл. 1.

Таблиця 1 - Налаштування алгоритму RIP

Інтервал розсилки оновлень	30 с
Час затримки для оновлення по події	3 с
Метод розщеплення горизонту	3 анонсування недоступності зворотного маршруту
Тайм-аут	180 с
Таймер збірки сміття	120 с

Інтенсивність надходження заявок умисно вибрана невеликою (невелика інтенсивність дозволяє скоротити час моделювання). Порядок надходження заявок наведений у табл. 2.

В процесі роботи моделі у топологію мережі, що моделюється, вносяться зміни. Зміни наведені у табл. 3.

Таблиця 2 - Порядок надходження заявок

Станція-відправник	Станція-одержувач	Інтенсивність надходження
ОЦ Джанкой	Запоріжжя Ліве	10 (1/с)
Київ	Одеса	10 (1/с)
Управління залізниці	Сімферополь Тех. ПД-4	10 (1/с)
Донецьк	Запоріжжя	10 (1/с)
Сімферополь	Нікополь	10 (1/с)
Кривий Ріг	Харків	10 (1/с)

Таблиця 3 - Зміни топології мережі

Час зміни (с)	Зміна
40	відмова каналу ІОЦ Дніпропетровськ – ЛАЗ Джанкой
600	відмова каналу ІОЦ Дніпропетровськ – Кривий Ріг

Топологія мережі без урахування змін (топологія на початку моделювання) наведена на рис. 4, з урахування змін – на рис. 5.

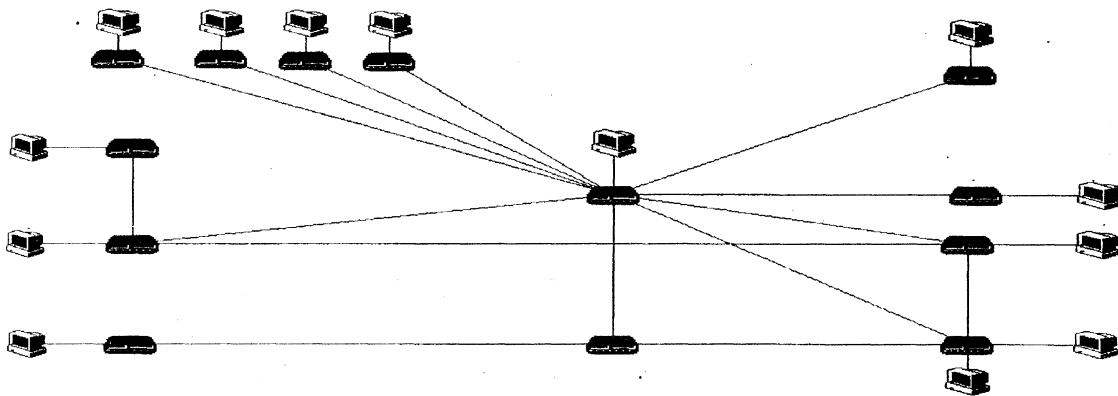


Рисунок 4 - Модель мережі Придніпровської залізниці

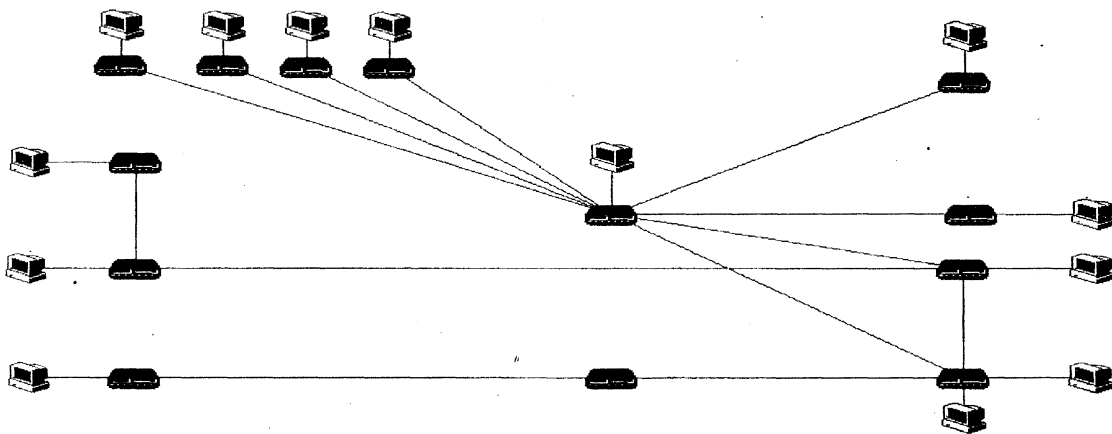


Рисунок 5 - Модель мережі Придніпровської залізниці після внесення змін в топологію

Згідно описаних вище вхідних впливів і топології мережі був проведений запуск моделі. Для кожного маршрутизатора були отримані результати: статистичні дані відносно кількості інформаційних пакетів (які були доставлені; які не були доставлені; які були переслані іншому маршрутизатору); статистичні дані відносно кількості прийнятих пакетів зі службовою інформацією протоколу RIP; таблиця маршрутизатора. Крім того, отримані результати для мережі в цілому.

Для всієї мережі отримані графіки залежності від часу (рис. 6) кількості доставлених і недоставлених інформаційних пакетів, а також отриманих пакетів із службовою інформацією протоколу RIP. З моменту відмови каналу до відновлення видалених маршрутів спливає близько 180 с, що пояснюється видаленням недійсного маршруту тільки після закінчення часу тайм-ауту (весь цей час маршрутизатори не можуть передавати пакети через пошкоджений канал).

Для порівняння статичних методів маршрутизації із динамічними були проведені ще декілька експериментів, за результатами яких можна зробити наступні висновки: використання тільки статичних методів маршрутизації дозволяє знизити навантаження на канали мережі, але при відмові каналу необхідно локалізувати несправність і відновити маршрут «вручну», на що може знадобитися набагато більше часу ніж при використанні динамічних протоколів маршрутизації.

Найкращі результати були досягнуті для мережі, в якій динамічні методи маршрутизації використовуються тільки для з'єднання центральних маршрутизаторів різних мереж, а у всіх інших випадках використовуються методи статичної маршрутизації. Тобто недоцільно використовувати динамічну маршрутизацію там, де існує єдиний маршрут. Схема мережі наведена на рис. 7 (канали, в яких використовується статична маршрутизація, зображені червоним кольором). Тільки статична маршрутизація організована для таких маршрутизаторів: ІОЦ Джанкої, Нікополь, Запоріжжя Лівє, Управління залізниці.

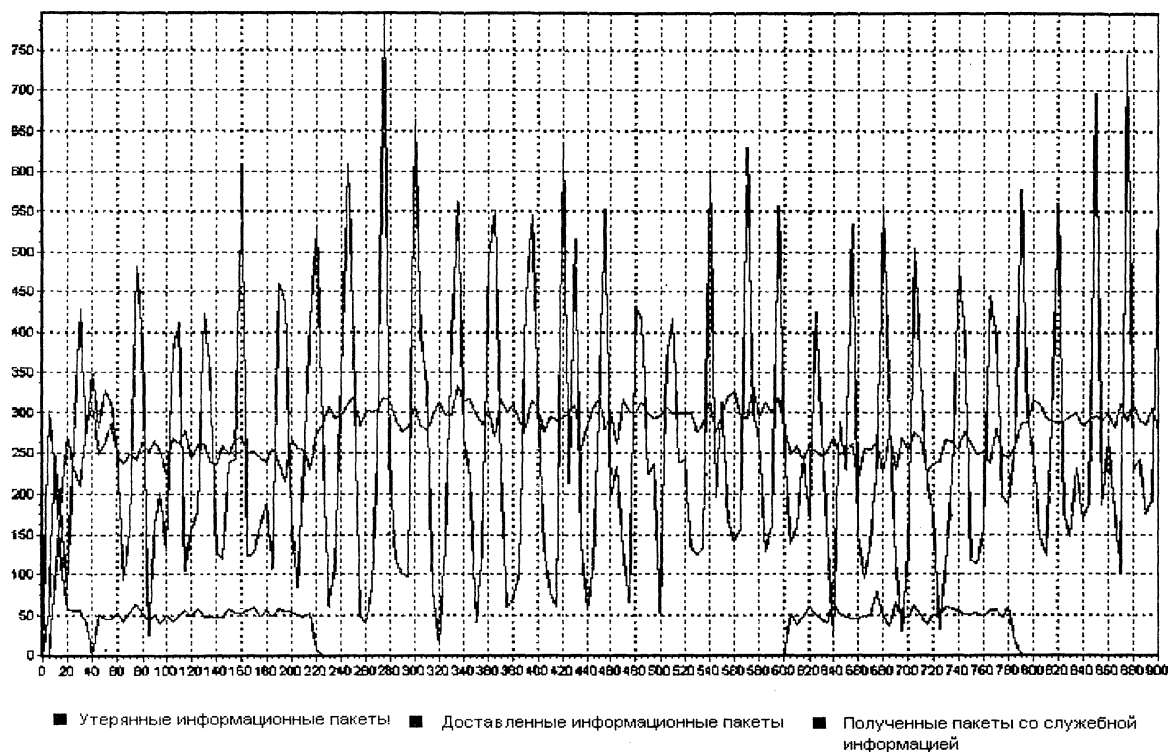


Рисунок 6 - Отримані результати моделювання

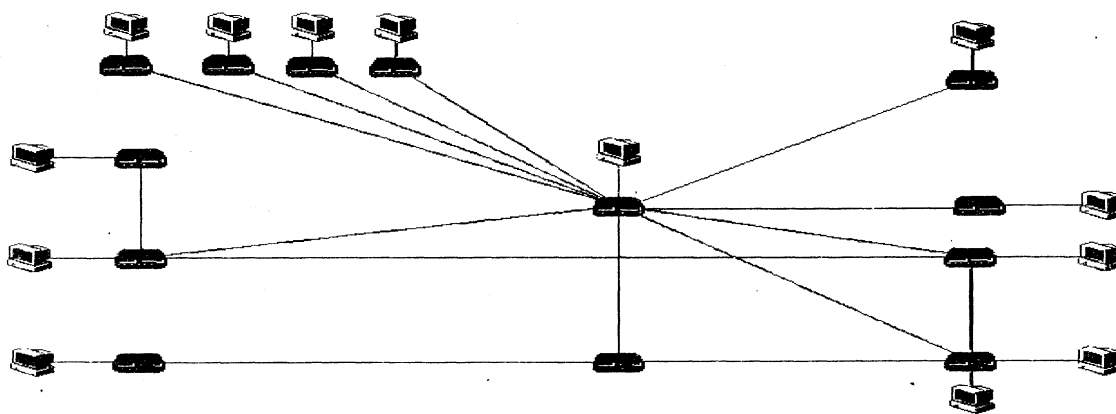


Рисунок 7 - Схема мережі Придніпровської залізниці, в якій використовується статична маршрутизація

Така політика організації маршрутизації дозволяє знизити на 20% кількість службової інформації протоколу RIP, яка розповсюджується по мережі маршрутизаторами, до того ж, час на відновлення маршрутів зменшується на декілька секунд. Саме така політика організації маршрутизації в об'єднаній мережі є найефективнішою.

Висновки

Як видно із експерименту, розроблена імітаційна модель протоколу динамічної маршрутизації дозволяє відновити недійсні маршрути за проміжок часу, описа-

ний в стандарті [1]. Виходячи з того, що найкращі результати були досягнуті для мережі, в якій динамічні методи маршрутизації використовуються тільки для з'єднання центральних маршрутизаторів різних мереж а у всіх інших випадках використовуються методи статичної маршрутизації, впливає що найкращою політикою організації маршрутизації в комп'ютерній мережі є поєднання різних методів і протоколів, що залежить від топології мережі та напрямків передачі інформаційних потоків

Література

1. *Malkin G.* «RIP Version 2», STD 56, RFC 2453, Bay Networks, November 1998.
2. *Hedrick C.* «Routing Information Protocol», STD 34, RFC 1058, Rutgers University, June 1988.

Ключові слова: Ключові слова: протокол, імітаційна модель, ди-намічна маршрутизація, топологія мережі

Поступила 21.06.2011 р.

Резюме

Визначення оптимальної політики щодо організації маршрутизації об'єднаної комп'ютерної мережі на імітаційній моделі за протоколом RIP

Определение оптимальной политики относительно организации маршрутизации объединенной компьютерной сети на имитационной модели по протоколу RIP

The optimum policy concerning organization of routing of the incorporated computer network on imitating model under the protocol RIP is defined