

ОПЕРАТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ МЕРЕЖЕЮ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Під інтелектуальною мережею (ІМ) розуміється “мережа зв'язку, у якій застосовується інтелектуальна технологія (бази даних і знань, експертні системи й інші елементи штучного інтелекту) для обробки запитів користувачів на виконання тих або інших послуг зв'язку”. Інтелектуальні технології також застосовуються до задач управління мережами зв'язку [1]. Відповідна архітектура, що передбачає можливості управління різноманітним устаткуванням, одержала назву TMN (Telecommunication Management Network), тобто мережі управління зв'язком. Технологія TMN припускає наявність окремої мережі для передачі інформації управління. На рис. 1 у виді окремих площин показано дві мережі: передачі і сигналізації.

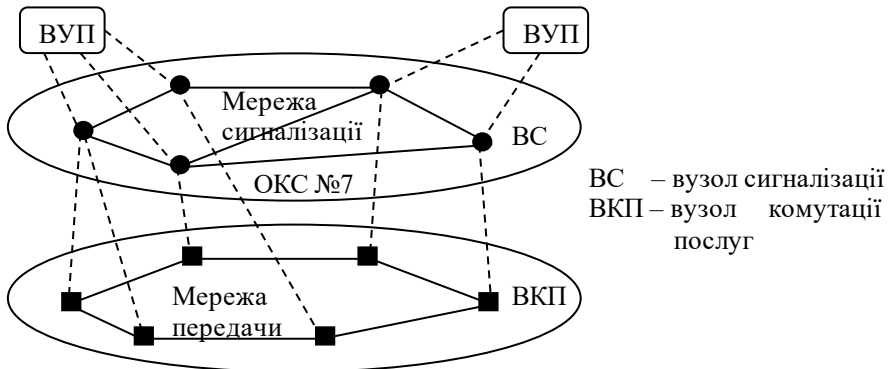


Рис.1. Структура TMN

Основна ідея ІМ є в розділенні відсотків традиційної комутації викликів і введенні нових послуг. Послуги контролюються в спеціальних вузлах, які називаються пунктами управління послугами (ВУП), що містять бази даних і алгоритми надання послуг. В цьому випадку модернізація послуг міститься лише в поновленні програмного забезпечення ВУП, що дозволяє швидко і економічно запроваджувати на існуючих мережах будь-які послуги незалежно від виробників комутаційного обладнання.

Основна концепція TMN складає єдину архітектуру, яка об'єднує різноманітні типи операційних систем і апаратури зв'язку і надає можливість обміну службовою інформацією. В архітектурі TMN можна виділити три

складові: функціональну (розподіл функцій, включаючи окремі функціональні блоки й еталонні точки взаємодії цих блоків), фізичну (інтерфейси і типи фізичних елементів, що складають мережі TMN) та інформаційна (принципи обміну інформацією в мережі TMN на основі еталонної моделі взаємодії відкритих систем).

Зупинимося докладно на функціональному рівні, що розділяється на чотири підрівня: управління елементами мережі, управління мережею, управління послугами мережі й адміністративне управління. На всіх чотирьох підрівнях виділяється п'ять наступних задач:

1) організація управління конфігурацією комунікаційного устаткування і протоколів (формування, управління станом, ініціалізація, дублювання, відновлення);

2) спостереження характеристик аномалій і проблемних ситуацій при роботі мережі, а також методів їхній опис, запобігання і вирішення;

3) ведення обліку (збір даних тарифікації, їх опрацювання і підготування рахунків);

4) управління експлуатацією (збір даних про стан мережі, управління навантаженням, контроль за якістю обслуговування і його оптимізація);

5) забезпечення безпеки (захист доступу до функціональних елементів мережі і компонентам TMN).

Основною задачею системи управління є підтримання функціонування мережі зв'язку в цілому та її окремих елементів із заданою якістю та надійністю при мінімізації експлуатаційних витрат [1].

В 1997 році була розроблена технологія в області управління мережами CORBA (Common Object Request Broker Architecture), яка надає більш потужні засоби при побудові розподілених систем управління великими мережами в порівнянні з протоколом управління в мережах Internet (SNMP). Одночасно з цим реалізація TMN на базі CORBA є більш сучасною та менш складною ніж її реалізація на базі CMIP. На теперішній час пропонується використовувати CORBA для управління мережами зв'язку військового призначення [2].

Функціонування ІМ військового призначення відбувається в умовах протидії супротивника (що приводить до виходу з ладу вузлів комутації і каналів зв'язку, виникненню помилок у переданих повідомленнях), переміщення вузлів, випадкового характеру циркулюючих потоків даних. У цих умовах основна задача управління ІМ полягає в забезпеченні передачі максимальної кількості повідомлень із необхідною якістю (вірогідністю, оперативністю, надійністю та ін.). Під кількістю переданих повідомлень за визначений інтервал часу з необхідною якістю буде розумітися продуктивність мережі зв'язку, а під максимально можливою продуктивністю – пропускна спроможність мережі (ПС). Вона залежить як від структури мережі, тяжінь потоків повідомлень, вимог до якості їх обслуговування, так і

в значній мірі від ефективності управління мережею. Тому варто розрізняти потенційно можливу і реалізовану пропускну спроможність. Потенційна ПС визначається в припущенні ідеальної системи управління мережею, а реалізована – для реальної. Характер зміни ПС мережі в залежності від ступеню виконання системою управління (СУ) своєї задачі показаний на рис. 2.

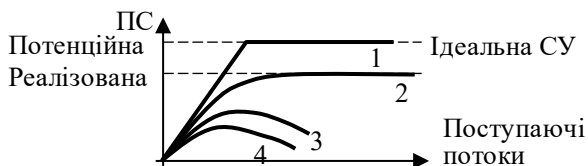


Рис.2. Залежність ПС від ефективності функціонування СУ

Ступінь відмінності кривої 2 від кривої 1 показує ефективність обраної для мережі СУ. Криві 3, 4 показують різке зменшення ПС мережі при збільшенні навантаження й інтенсивності відмов елементів мережі при відсутності СУ. Чим більш якісна СУ мережею, тим ближче реалізована пропускну спроможність до потенціальної.

Надалі під оперативним управлінням мережею зв'язку будемо розуміти процес динамічної організації такого цілеспрямованого впливу на елементи мережі (об'єкту управління), у результаті якого мережа забезпечує максимальну ПС (необхідний стан). Елементами мережі є топологія, алгоритми маршрутизації, алгоритми передачі пакетів по обраних маршрутах, алгоритми допуску пакетів у мережу та ін.

Оперативне управління системою зв'язку припускає вирішення наступних задач: формування і видачу управляючих впливів у відповідності з планом зміни стана мережі; контроль стана мережі; формування і видачу додаткових керуючих впливів, призначених для ліквідації наслідків дії на мережу різних впливів, що приводять до зниження ПС мережі.

Оперативне управління представляється як управління зі зворотним зв'язком (рис. 3). В мережі поряд із плановими змінами стана існує значна початкова невпевненість, обумовлена інерційністю контролю стану мережі і її ідентифікації, а також істотна непевність середовища. З цих причин оперативне управління повинно бути адаптивним. У цьому випадку адаптація виступає в якості засобу управління мережею при відсутності її точної моделі і при таких умовах дозволяє максимізувати ПС мережі.

Розглянемо задачу оперативного управління як задачу адаптаційного управління. Нехай середовище описується парою $X(t) = \{A(t), E(t)\}$, де $A(t)$ – контрольований стан середовища (потоки даних, пріоритетність абонентів, їх місце підключення до мережі та ін.); $E(t)$ - її неконтрольований стан (вплив

супротивника). Аналогічно парю $S(t) = \{Y(t), H(t)\}$ описується стан мережі $Y(t)$ – її контрольований стан (середні затримки пакетів у гілках зв'язку, зв'язність мережі, ступінь навантажень вузлів комутації й ін.); $H(t)$ – неконтрольований стан (інтенсивність обслуговування пакетів у каналах і вузлах комутації й ін.).



Рис.3. Цикл оперативного управління

Крім того, стан мережі $Y(t)$ може змінюватися за допомогою управління $U(t) = \{U_T(t), U_{\Pi}(t)\}$, де $U_T(t)$ – управління топологією, $U_{\Pi}(t)$ – управління потоками при заданій топології. Така декомпозиція управління $U(t)$ на топологічні і потокові чинники дозволяє більш ефективно вирішувати задачі управління неоднорідними мережами зв'язку з перемінною топологією, для яких управління тільки потоками малоефективне, у зв'язку з переміщенням абонентів і самих вузлів комутації в мережі. Причому переміщення абонентів і вузлів комутації мережі може носити як випадковий характер через вплив перешкод $E(t)$, так і плановий, обумовлений цілями абонентів $Z(t)$ і можливостями мережі.

У якості критерію ефективності мережі візьмемо максимум її пропускної спроможності $\max P$. Він визначений на контрольованих станах системи і середовища $P(t) = P(\Lambda(t), Y(t))$.

Стан мережі $Y(t)$, у свою чергу, залежить від згаданих $\Lambda(t), E(t), H(t)$, а також від управління $U_T(t)$ і $U_{\Pi}(t)$:

$$Y(t) = F(\Lambda(t), E(t), H(t), U_T(t), U_{\Pi}(t)),$$

де F – оператор системи.

Тут під $U(t) = \{U_T(t), U_{\Pi}(t)\}$ мається на увазі вирішальне правило розподілу в мережі пропускних спроможностей (каналів зв'язку) гілок зв'язку $U_T(t)$ і потоків даних $U_{\Pi}(t)$ на основі оцінки стану мережі $\bar{Y}(t) = \Phi(Y(t))$, стану середовища $\Lambda(t)$ і цілей $Z(t)$: $U(t) = U(\Lambda(t), \bar{Y}(t), Z(t))$

Ціль управління полягає в рішенні задачі:

$$U^*(t) = \text{Arg} \max_{U_T(t) \in \Omega_T} \max_{U_{\Pi}(t) \in \Omega_{\Pi}} P[F(\Lambda(t), E(t), H(t), U_T(t), U_{\Pi}(t), \Lambda(t))], \quad (1)$$

де $\Omega = \Omega_T \times \Omega_{\Pi}$ – обмеження, що накладаються на вибір управління. Вони зв'язані з вимогами до якості обслуговування потоків даних і можливостями мережі та мають вигляд:

$$\Omega = \begin{cases} T(U(t)) \leq T_D \\ C(U(t)) \leq C_D \end{cases}$$

де $T(U(t)) = (t_1(U(t)), \dots, t_m(U(t)))$ – вектор середніх часів доведення пакетів між m -кореспондуючими парами абонентів, що $C(U(t)) = (c_1(U(t)), \dots, c_l(U(t)))$ – вектор дозволених до використання гілок каналів.

Вимога до оперативності доведення пакетів і ступеня використання каналів зв'язку задані як T_D і C_D , виходячи з вимог до скритності процесу обміну даними, часу старіння інформації і необхідного рівня вірогідності даних, що передались. Надалі будемо вважати їх заданими. Очевидно, що строго вирішувати задачу (1) на стадії проектування неможливо через те, що апріорі невідомі чинники $E(t)$ і $H(t)$. Усереднення по цих чинниках виводити не можна, тому що вони мають нестационарний характер. Тому задачу синтезу управління $U^*(t) = \{U_T^*(t), U_{\Pi}^*(t)\}$ варто вирішувати оперативно на етапі функціонування мережі і в темпі, близькому до реального масштабу часу. Саме тому доводиться звертатися до алгоритмів оперативного управління, що використовує лише значення функціоналів $P_i(\cdot)$, $T_j(\cdot)$, $C_k(\cdot)$, $i = \overline{1, p}$; $j = \overline{1, s}$, $k = \overline{1, l}$) у визначені моменти часу. Управління тут зводиться до виявлення критичних ситуацій і виробку оптимальних рішень у цих ситуаціях. Такий підхід вимагає збору значної інформації про сформовану ситуацію, що вимагає досконалої системи контролю за ситуацією на мережі, крім того, необхідна досконала модель мережі F , що саме по собі є складною проблемою.

Послабити несприятливі згадані чинники ІМ можна введенням в оперативне управління елементів програмного управління, тобто використання так названих оперативних планів $\pi = \langle \pi_T, \pi_{\Pi} \rangle$, де π_T – план зміни топології, а π_{Π} – план зміни розподілу потоків при планованій структурі.

У загальному випадку в $(n+1)$ -й момент часу управління визначається як $U_{n+1} = W(U_n, \pi_{n+1}, T'_n, C'_n, P'_n)$, де W – оператор рекурентного оперативного управління, а U_n, T'_n, C'_n, P'_n – значення управляючих параметрів і змінені значення функціоналів T, C, P в n -й момент часу.

Оператор управління W має ієрархічну структуру. На верхньому (першому) рівні робиться планування змін структури мережі. На наступному (другому) рівні складається оперативний план по обмеженню навантаження (допуск у мережу зовнішніх потоків) і планування змін режимів розподілу внутрішніх (допущених у мережу) потоків з обліком запланованих змін структури. Очевидно, що ці два рівні працюють у тому самому тимчасовому режимі, що істотно відрізняється від часових режимів третього та четвертого рівнів, що працюють у режимі реального і квазіреального часу. Час, який виділяється на упорядкування оперативних планів, вимірюється годинами, що позначається і на виборі методів упорядкування планів.

На третьому рівні проводиться оперативне управління топологією, а на нижньому – потоками, причому, управління як зовнішніми потоками, так і внутрішніми проводиться в рамках структури, визначеної на третьому рівні. Третій і четвертий рівні працюють у різних тимчасових режимах. Темп управління потоками значно вищий за темп управління структурою. Співвідношення темпів управління повинний бути таким, що на кожному кроці структурних змін повинен відбуватися весь цикл управління потоками (як зовнішніми, так і внутрішніми), інакше не виявиться повністю ефективність реалізованої структури. Очевидно, що методи рішення задач на третьому і четвертому рівнях різні, що і визначило таку диференціацію, крім того, на нижньому рівні її можна продовжити.

Управління потоками декомпозує на управління зовнішніми потоками (управління доступом потоків у мережі), управління розподілом потоків по обраних маршрутах (управління на наскрізному рівні і рівні ланки).

Таким чином, основною задачею управління ІМ військового призначення є максимізація її пропускної спроможності. Ефективне вирішення даної задачі можливе на основі оперативного управління топологією мережі і управління розподілом потоків даних.

Література

1. Гордяев Э.Н. Использование современных технологий в системах управления сетями // Электросвязь. 1998. – №7. – С. 10 – 18.

2. Shen C. A Network Management Architecture for Battlefield Networks // IEEE MILCOM'97. 1997. – р. 1 – 6.