

З'ясовано, що в разі застосування протоколу з установленням з'єднання (TCP) пропускна здатність безпроводового каналу зменшується приблизно на 3 Мбіт/с у порівнянні з випадком, коли використовують протокол без установлення з'єднання (UDP). Залежно від величини корисного навантаження в пакеті даних, ця різниця може складати 50% (TCP по відношенню до UDP) для кадрів з малим навантаженням (64 байти) і 15,4% для кадрів з великим навантаженням (1460 байтів).

У разі застосування режиму з RTS/CTS пропускна здатність безпроводового каналу для насиченого трафіку зменшується на 11-45 % у порівнянні з режимом DCF. Запропоновано зручне для обчислень рівняння (6) для визначення пропускної здатності каналу з урахуванням втрат транспортних кадрів у фізичному каналі через вплив шумів та завад.

У результаті імітаційного моделювання отримано графіки залежності пропускної здатності безпроводового каналу від рівня шумів та завад на фізичному рівні, що дозволяють пояснити зміни характеристик безпроводового каналу протягом робочого сеансу.

Література

1. Вишневикий В.М. Оптимизация работы высокоскоростной беспроводной сети в условиях помех / В.М. Вишневикий, А.И. Ляхов, М.Ю. Якимов // Электросвязь. – 2007. – №8. – С. 16-19.
2. ADS 2008 Update 2. August 2008. WLAN DesignGuide // Agilent Technologies, Inc. 2001-2010. – P.141.
3. IEEE Std 802.11, 2007 Edition, Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specification.–3 Park Avenue, New York, NY 10016-5997, USA, June 2007. –1232 p.
4. Emerging Technologies in Wireless LANs. Theory, Design, and Deployment //Edited by BENNY BING.– Georgia Institute of Technology, Cambridge University Press.– 2008.–P.108-112.
5. Лазебний В. Концепція віртуального конкурентного вікна ддя моделювання процесів непланової мережі стандарту Wi-Fi / В. Лазебний, А. Лазебний. //Арсена@л-XXI, – 2011. –№1-2. – С. 39-44.

УДК 621.396.2; 621.394.6

Касьян С.П. (Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій)

ЗАДАЧА ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМ З ВЕЛИКОЮ КІЛЬКІСТЮ ПАРАМЕТРІВ

Касьян С.П. Задача оптимізації системи управління систем з великою кількістю параметрів. У статті досліджуються методи оптимального проектування системи управління (СУ) інфокомунікаційними мережами. Врахована особливість проектування, необхідність прийняття рішення в умовах невизначеності. Вирішується задача знаходження параметрів СУ із заданою точністю.

Ключові слова: ІНФОКОМУНІКАЦІЙНА МЕРЕЖА, СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ, ОПТИМАЛЬНИЙ ОПЕРАТОР, КОРЕЛЯЦІЙНА МАТРИЦЯ, БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОПТИМІЗАЦІЯ

Касьян С.П. Задача оптимизации системы управления систем с большим количеством параметров. В статье исследуются методы оптимального проектирования системы управления (СУ) инфокоммуникационными сетями. Учтена особенность проектирования, необходимость принятия решения в условиях неопределенности. Решается задача нахождения параметров СУ с заданной точностью.

Ключевые слова: ИНФОКОММУНИКАЦИОННАЯ СЕТЬ, СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ОПТИМАЛЬНЫЙ ОПЕРАТОР, КОРРЕЛЯЦИОННАЯ МАТРИЦА, МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМІЗАЦІЯ

Kasian S.P. The problem of optimizing control systems with a large number of parameters. This article investigates methods of optimal design of the control system (CS) infocommunication networks. Feature of the design is taken into account, the need for decision making under conditions of uncertainty. The task of finding the parameters of SC with a given precision is decided.

Keywords: NETWORK INFOCOMMUNICATION, CONTROL SYSTEMS, THE OPTIMAL OPERATOR, THE CORRELATION MATRIX, MULTI-CRITERIA OPTIMIZATION

Вступ. Одна з основних характеристик сучасного суспільства – інформатизація телекомунікаційних послуг, спектр яких постійно розширюється та удосконалюється. Основою могутнього комплексу, що забезпечує розмаїття інформації, є інфокомунікаційна мережа. Для досягнення глобальної доступності, реалізації вимог ринку інформаційних послуг, потрібна така архітектура мережі, яка компромісно оптимізувала б діюче обладнання з новими технологіями. Ці вимоги визначили створення мережі майбутнього – наслідком якої є концепція інтелектуальних мереж.

Об'єднання зусиль трьох галузей промисловості: комп'ютерної індустрії (інформаційних технологій), побутової радіоелектроніки (індустрії розваг) і електрозв'язку, наблизило досягнення основної мети – створення інфокомунікаційної мережі майбутнього.

Розвиток мереж майбутнього ґрунтується на таких основних принципах: *сприяння* відкритої конкуренції; *заохочення* приватних інвестицій; *визначення* гнучких регулюючих структур; *забезпечення* відкритого доступу до мереж; *гарантія* загального забезпечення доступу до послуг; *забезпечення* рівних можливостей для користувачів; *сприяння* розмаїтості змісту інфокомунікаційних мереж, включаючи культурне і мовне розмаїття; *визнання* необхідності міжнародного співробітництва з особливою увагою до найменш розвинених країн. Ці принципи будуть застосовуватися в мережах майбутнього за допомогою: *підтримки* здатності до взаємодії і взаємозв'язку; *розвитку* глобальних ринків для мереж, послуг і додатків; *гарантії* конфіденційності і захисту даних; *захисту* прав інтелектуальної власності; *співробітництва* в науково-дослідній діяльності і розробці нових додатків; *моніторингу* соціального і суспільного значення інформаційного співтовариства.

Кінцевою метою мережі майбутнього є гарантія для кожного громадянина доступу до інформаційного співтовариства. Інформаційне співтовариство містить у собі:

– Соціально-економічну складову: *установлення* зразків поведінки та етикету (наприклад, при покупці товарів удома, етикет для віртуального спілкування тощо); *створення* культурних цінностей і предметів мистецтва (наприклад, медичне право для телемедицини), тощо.

– Індустріальну складову: *створення* додатків і послуг (наприклад, телекомунікаційних мереж, мереж КТБ, супутникових мереж, тощо); *виробництво* технічних засобів (наприклад, терміналів, систем передачі і системи управління базами даних тощо).

Вимоги до системи управління мереж майбутнього. Інтелектуальна мережа (ІМ) – це нова концептуальна структура, що забезпечує можливість як операторам, так і незалежним виробникам вводити нові послуги в мережі та змінювати їх на вимогу абонентів. ІМ ґрунтується на фундаментальній ідеї розміщення базових функцій, необхідних для виконання послуг, у різних компонентах мережі.

Поняття ІМ базується на принципах поділу функцій управління додатковими послугами, тобто сервісом, і функцій управління – встановленням з'єднання. В ІМ функції цих типів виконуються різним обладнанням, при визначених правилах взаємодії між різними його видами. Завдяки такому поділу стало можливим вводити в мережу нові послуги без зміни функціонування вузлів мережі. При цьому сервісна логіка у вигляді програмного забезпечення вільно розміщується у фізичних вузлах мережі. Архітектура мережі типу ІМ є найбільш адекватною платформою для створення мережі майбутнього.

Мережі майбутнього забезпечать користувачам набір комутативних послуг, які надає відкрита множина додатків і охоплює всі види інформації, можливість її одержання в будь-який час, в будь-якому місці з належною якістю та за прийнятною тарифікацією. Мережі майбутнього відповідають цілям досягнення міжнародного консенсусу за загальними принципами, що визначає потреби в доступі до мереж та додатків, і можливість їхньої роботи на базі прозорого об'єднання мереж, обладнання обробки інформації, баз даних і терміналів, здатних до взаємодії і взаємозв'язку.

Проблема управління інфокомунікаційними мережами є однією з найважливіших у практиці експлуатації мереж. Загальновизнаною концепцією управління є концепція TMN, яка передбачає такі рівні управління: *елементами* мережі; *мережею*; *послугами*; *бізнесом*.

Сучасний стан ІМ дозволяє виконати впровадження мереж майбутнього, які надають можливість користувачам отримати усі види комунікаційних послуг з високою якістю, належною вартістю у будь-якому місці та у будь який час. Щоб забезпечити такі вимоги необхідна більш гнучка архітектура системи управління, яка легко могла б підтримати швидке введення в дію нових послуг та їх підтримку з належною імовірністю на всій глобальній мережі. Системам управління властиві такі ознаки: *велика складність*; *розвинені функціональні можливості*; *жорсткі вимоги до захисту інформації*; *висока надійність та точність*; *розосередженість* на великій території.

За прогнозом, кількість управляючої інформації в таких системах буде різко зростати з наданням послуг. Внаслідок цього система управління може поглинути основну мережу. Одним з головних завдань для системи управління такими мережами є визначення мінімально необхідної кількості управляючої інформації, яка повинна повністю забезпечити управляючу мережу з належною точністю параметрів. Методики розрахунку пропускної спроможності каналів системи управління за обсягом управляючої інформації для телекомунікаційних мереж немає. При експлуатації користуються тільки практичними методами, які дозволяють в окремих випадках зробити наближений розрахунок тих чи інших параметрів мережі. При цьому вимоги до точності управління мережею часто поєднуються з вимогами збільшення швидкості протікання процесу.

У термінах теорії інформації є визначення: управління мережею – це процес зменшення невизначеності стану мережі, що може бути чисельно представлено, як зміна ентропії мережі в процесі управління, оскільки ентропія визначає відхилення параметрів мережі за даний момент часу. Проектування сучасних систем управління, які працюють за складними критеріями якості і забезпечують можливість реалізації інфокомунікаційними мережами оптимальних систем управління, вимагає рішення інженерних задач, що дозволяють здійснити розрахунок її параметрів на підставі вихідних даних про обсяг послуг, кількість користувачів і таке інше [1].

Проблема пошуку оператора, що реалізує синтез оптимальної системи управління, є дуже важкою і малодослідженою. Дотепер досліджувалися тільки окремі випадки, що допускають ті або інші спрощення. Наприклад, проблема стане значно простіше, якщо ми зможемо перейти від задачі нелінійного програмування у функціональному просторі до задачі нелінійного програмування в кінцевомірному просторі або ж до задачі типу оптимального управління.

Пошук методів синтезу оптимальної системи управління. Такі спрощення можливі, якщо функцію $W(\alpha)$ апроксимувати кінцевомірними функціями з деякого класу [2]:

$$W(\alpha) \sim P_n(\alpha). \quad (1)$$

Припустимо, наприклад, що P_n – деякий поліном, $P_n(\alpha) = A_1\alpha + (A_2\alpha, \alpha) + \dots$. Якщо A_i – матриці, елементи яких a_{js}^i – постійні числа, то функціонал J , який визначає залежність параметрів об'єктів від команд управління, перетворюється у функцію кінцевого числа змінних: $J = J(a_{js}^i)$, і задача пошуку оптимального оператора стає задачею пошуку екстремуму функції кінцевого числа змінних. Якщо елементи матриці A_i – функції часу, то ми приходимо до деякої задачі оптимального управління.

Таким чином, апроксимація оператора управління зводить задачу синтезу до оптимізаційних задач. Проте апроксимація оператора управління ще недостатня для того, щоб у задачах синтезу стало можливим використовувати відомі методи нелінійного програмування і теорії оптимального управління. Якщо в задачах оптимального управління у нас ніколи не поставало питання про обчислення функціонала, то в задачах синтезу це питання переростає в більшу проблему.

Розглянемо рівняння $\dot{z} = Az + W(z) + F(t), \quad (2)$

де $W(z)$ – невідома функція, про яку ми знаємо заздалегідь лише те, що вона належить до деякого класу (наприклад, W – це поліном від z і \dot{z}). Таким чином, у загальному випадку рівняння (2) – нелінійне, хоча ми і розглядаємо лінеарізоване рівняння руху.

Тепер, маючи в розпорядженні рівняння (2), ми повинні сформулювати функціонал типу $J(w) = E\Phi(z(T)) = \Phi(z(T))$. Зауважимо, що тільки при заданій реалізації випадкової функції $F(t)$ і заданих коефіцієнтах оператора $W(z)$ ми можемо провести чисельне інтегрування рівняння (2). Таким чином, у загальному випадку, тільки використовуючи метод Монте-Карло, ми можемо заданій сукупності параметрів $\{a_{js}^i\}$ поставити у відповідність значення функціонала. При цьому кількість реалізацій має бути досить великою, щоб гарантувати необхідну точність результату.

Уявимо, що одним із способом нам вдалося в явному вигляді (у вигляді наближених формул) виразити фазовий вектор через випадкову функцію. Тоді в явному вигляді можемо записати вираз функціонала і уникнути застосування методу Монте-Карло [3].

Приклад застосування. Розглянемо рівняння (2) і оператор управління будемо шукати у вигляді:

$$W = Bz, \quad \text{де } B - \text{деяка невідома матриця.} \quad (3)$$

Цю матрицю домовимося називати матрицею параметрів системи управління. Вона підлегла обмеженням виду:

$$b_{ij}^- \leq \overline{b_{ij}} \leq b_{ij}^+, \quad i, j = 1, \dots, n.. \quad (4)$$

Зокрема, для деяких елементів ми можемо прийняти $b_{ij}^- = b_{ij}^+ = 0$.

Це означає, що компонента z^i вектора z не входить у компонент управління w^i .

У реальних задачах далеко не всі координати можуть вимірюватися і управління має вибиратися як функція тільки тих координат, які можуть «спостерігатися». Мовою теорії операцій це означає, що рішення в кожний момент часу має прийматися за неповною інформацією про поведінку об'єкта, що управляється.

Рівняння (2) прийме тепер такий вигляд: $\dot{z} = Az + Bz + F(t)$. (5)

Позначимо через $T(t, \tau)$ матрицю Гріна рівняння $\dot{z} = (A + B)z$. Тоді рішення рівняння (5) можна записати у вигляді: $z(t) = T(t, 0)z_0 + \int_0^t T(t, \tau)F(\tau)d\tau$. (6)

Припустимо, що функціонал має вигляд $J = \overline{z^2(T)}$. (7)

Використовуючи (6) і вважаючи, що початкові збурювання не залежать від збурювань $F(t)$, ми зможемо функціонал (7) надати у формі (8), де $\Gamma(T, \tau)$ – градієнт функції.

$$J = \int_0^T (\overline{\Gamma(T, \tau)F(\tau)} + \overline{\Gamma(T, 0)z_1, \Gamma(T, 0)z_2} \times \\ \times \iint_{00}^{TT} \overline{\Gamma(T, \tau_1)F(\tau_1), \Gamma(T, \tau_2)F(\tau_2)} d\tau_1 d\tau_2 + \overline{\Gamma(T, 0)z_1, \Gamma(T, 0)z_2}) \quad (8)$$

Позначимо через $\gamma_{ij}(t, \tau)$ елементи матриці $T(t, \tau)$. Тоді вираз для функціонала ми можемо представити в наступному вигляді:

$$J = \sum_{i,j,s} \int_0^T \int_0^T \gamma_{ij}(T, \tau_1) \gamma_{is}(T, \tau_2) k_{js}(\tau_1, \tau_2) d\tau_1 d\tau_2 + \overline{\Gamma(T, 0)z_1, \Gamma(T, 0)z_2}. \quad (9)$$

Тут через $k_{js}(\tau_1, \tau_2)$ позначено елементи кореляційної матриці $k_{js}(\tau_1, \tau_2) = \overline{F^j(\tau_1)F^s(\tau_2)}$.

Висновок. Таким чином, якщо кореляційна матриця випадкового процесу нам відома, тоді, задавши матрицю коефіцієнтів підсилення B , ми зможемо обчислити значення функціонала, не використовуючи методу Монте-Карло. Для цього нам необхідно обчислити матрицю Гріна, що вимагає рішення n задач Коші (n – розмірність вектора z), після цього нам залишається обчислити квадратуру (9).

Таким чином, J – це деяка функція коефіцієнтів підсилення b_{ij} , вона задана через рішення системи лінійних рівнянь. Для пошуку мінімуму цієї функції ми зможемо використовувати один з методів нелінійного програмування. Зауважимо, що $J(b_{ij})$ буде нелінійною функцією навіть у тих найпростіших випадках, коли вихідна система, що описує еволюцію об'єкта управління, буде системою лінійних диференціальних рівнянь із постійними коефіцієнтами.

Можливість виписати в явному вигляді вираз функціонала через характеристики функцій випадкових збурювань – наслідок того факту, що у випадку лінійних систем ми зможемо виписати загальний інтеграл через систему фундаментальних рішень. Це питання можна розглянути і з більше загальної точки зору. Уявимо собі, що ми тим або іншим способом знайшли наближений або точний вираз загального інтеграла вихідної системи диференціальних рівнянь, тоді при обчисленні функціонала ми завжди зможемо уникнути трудомісткої процедури, пов'язаної з використанням методу Монте-Карло.

Однією із труднощів побудови наближеного виразу для загального інтеграла і дослідження задачі нелінійного програмування полягає в тому, що функціонали в цих задачах не є опуклими і містять багато локальних екстремумів. З іншого боку, у задачах синтезу звичайно не виникає високих вимог до точності. Ця обставина має вирішальне значення при розробці наближених обчислювальних методів [4].

Наприклад, доцільно розглядати методи багатокритеріальної оптимізації з використанням робочих характеристик або результуючих цільових функцій.

Література

1. Управління телекомунікаціями із застосуванням новітніх технологій / [Кривуца В.Г., Беркман Л.Н., Стеклов В.К. та інш.]. – К.:Техніка, 2007. – 380 с.
2. Моисеев Н.Н. Численные методы в теории оптимальных систем / Н.Н.Моисеев. – М.: Наука, 1971. – 412 с.
3. Пономарев В.М. Теория управления движением космических аппаратов / В.М. Пономарев. – М.: Наука, 1965. – 316 с.
4. Пономарев В.М. Последовательная оптимизация дискретной системы управления / В.М. Пономарев, А.И. Птушкин // Техническая кибернетика. – 1967. – № 3. – С. 8-10.

УДК 004.272

Амирханов Э.Д., Водопьянов С.В., Заруцкий В.А., Зубарева Е.А.
(*Национальный авиационный университет*)

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

Амирханов Э.Д., Водоп'янов С.В., Заруцький В.О., Зубарєва О.О. Застосування системи ключових показників ефективності для оцінювання параметрів комп'ютерних мереж. Виконаний аналіз системи ключових показників ефективності для аналізу стани і управління якістю сервісу комп'ютерної мережі. На основі методу множинного кореляційного і регресійного аналізу розроблена методика поточного оцінювання параметрів мережі і прогнозу її стану. Приведені результати розрахунків кореляційної матриці ключових показників параметрів ефективності і проаналізовані статистичні зв'язки між основними параметрів, від яких залежить продуктивність мережі і якість сервісу.

Ключові слова: КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА, КЛЮЧОВІ ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ, КОРРЕЛЯЦІЙНИЙ І РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ, КОВАРІАЦІЙНА МАТРИЦЯ

Амирханов Э.Д., Водопьянов С.В., Заруцкий В.А., Зубарева Е.А. Применение системы ключевых показателей эффективности для оценивания параметров компьютерных сетей. Выполнен анализ системы ключевых показателей эффективности для анализа состояния и управления качеством сервиса компьютерной сети. На основе метода множественного корреляционного и регрессионного анализа разработана методика текущего оценивания параметров сети и предсказания ее состояния. Приведены результаты расчетов корреляционной матрицы ключевых показателей эффективности и проанализированы статистические связи между основными параметрами, от которых зависит производительность сети и качество сервиса.

Ключевые слова: КОМПЬЮТЕРНАЯ СЕТЬ, КЛЮЧЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ, КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ И РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ, КОВАРИАЦИОННАЯ МАТРИЦА