

ОБ ОДНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

УДК 512

DOI: 10.56246/18294480-2023.15-11

АБРАМЯН ЛИАНА

Кандидат физико-математических наук, доцент

*Преподаватель Арцахского государственного университета
электронная почта: liana_abrahamyan@mau.ru*

ГРИГОРЯН КОРЮН

*Начальник отдела телекоммуникационных технологий
и естественных наук ГНУ*

электронная почта: Koryun.gr@gmail.com

НУРИДЖАНЫН АРМЕН

*Преподаватель кафедры телекоммуникационных технологий
и естественных наук ГНУ*

электронная почта: armen.n72@mail.ru

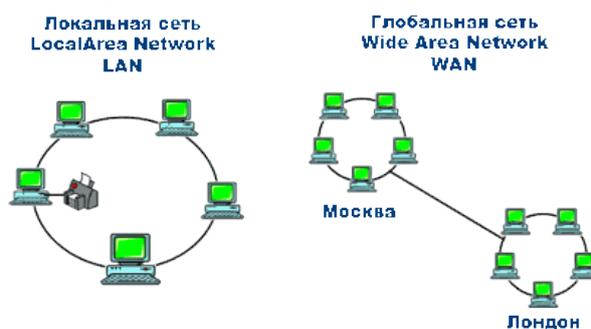
Одна из основных потребностей человека потребность в общении. Универсальным средством общения являются коммуникации, обеспечивающие передачу информации с помощью современных средств связи, включающих компьютер. Общая схема передачи информации такова: источник информации канал связи приемник (получатель) информации. Основными устройствами для быстрой передачи информации на большие расстояния в настоящее время являются телеграф, радио, телефон, телевизионный передатчик, телекоммуникационные сети на базе вычислительных систем. Передача информации между компьютерами существует с самого момента возникновения ЭВМ. Она позволяет организовать совместную работу отдельных компьютеров, решать одну задачу с помощью нескольких компьютеров, совместно использовать ресурсы и решать множество других проблем. Под компьютерной сетью понимают комплекс аппаратных и программных средств, предназначенных для обмена информацией и доступа пользователей к единым ресурсам сети. Основное назначение компьютерных сетей обеспечить совместный доступ пользователей к информации (базам данных, документам и т.д.) и ресурсам (жесткие диски, принтеры, накопители CD-ROM, модемы, выход в глобальную сеть и т.д.). Цель статьи построение математической модели компьютерных сетей с использованием математических методов.

Ключевые слова: компьютерная сеть, топология, граф, комбинаторика.

Компьютерная сеть (англ. Computer NetWork, от net сеть и work работа) совокупность компьютеров, соединенных с помощью каналов связи и средств коммутации в единую систему для обмена сообщениями и доступа пользователей к программным, техническим, информационным и организационным ресурсам сети[1-3]. Компьютерную сеть представляют как совокупность узлов (компьютеров и сетевого оборудования) и соединяющих их ветвей (каналов

связи). Ветвь сети это путь, соединяющий два смежных узла. Различают узлы оконечные, расположенные в конце только одной ветви, промежуточные, расположенные на концах более чем одной ветви, и смежные такие узлы соединены по крайней мере одним путём, не содержащим никаких других узлов. Компьютеры могут объединяться в сеть разными способами.

По территориальной распространённости. PAN (Personal Area Network) персональная сеть, предназначенная для взаимодействия различных устройств, принадлежащих одному владельцу. ЛВС (LAN, Local Area Network) локальные сети, имеющие замкнутую инфраструктуру до выхода на поставщиков услуг. Термин «LAN» может описывать и маленькую офисную сеть, и сеть уровня большого завода, занимающего несколько сотен гектаров. Зарубежные источники дают даже близкую оценку около шести миль (10 км) в радиусе. Локальные сети являются сетями закрытого типа, доступ к ним разрешён только ограниченному кругу пользователей, для которых работа в такой сети непосредственно связана с их профессиональной деятельностью. CAN (Campus Area Network кампусная сеть) объединяет локальные сети близко расположенных зданий. MAN (Metropolitan Area Network) городские сети между учреждениями в пределах одного или нескольких городов, связывающие много локальных вычислительных сетей., WAN (Wide Area Network) глобальная сеть, покрывающая большие географические регионы, включающие в себя как локальные сети, так и прочие телекоммуникационные сети и устройства.



Пример WAN сети с коммутацией пакетов (Frame relay), через которую могут «разговаривать» между собой различные компьютерные сети. Глобальные сети являются открытыми и ориентированы на обслуживание любых пользователей. Термин «корпоративная сеть» также используется в литературе для обозначения объединения нескольких сетей, каждая из которых может быть построена на различных технических, программных и информационных принципах.

По архитектуре. Клиент-сервер. (англ. Client-server) вычислительная или сетевая архитектура, в которой задания или сетевая нагрузка распределены между поставщиками услуг, называемыми серверами, и заказчиками услуг, называемыми клиентами. Физически клиент и сервер это программное обеспечение. Обычно они взаимодействуют через компьютерную сеть посредством сетевых протоколов и находятся на разных вычислительных машинах, но могут выполняться также и на одной машине. Программы сервера, ожидают от клиентских программ запросы и предоставляют им свои ресурсы в виде данных (например, загрузка файлов посредством HTTP, FTP, BitTorrent, потоковое мультимедиа или работа с базами данных) или сервисных функций (например, работа с электронной почтой, общение посредством систем мгновенного обмена сообщениями, просмотр web-страниц во всемирной паутине).

Логический и физический способы соединения компьютеров, кабелей и других компонентов, в целом составляющих сеть, называется ее топологией. Топология характеризует свойства сетей, не зависящие от их размеров. При этом

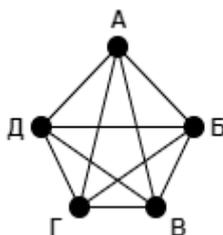
не учитывается производительность и принцип работы этих объектов, их типы, длины каналов, хотя при проектировании эти факторы очень важны.

В математике есть такое понятие, как «граф» это множество вершин (точек) и ребер (соединений между парами вершин). Топология сети это конфигурация графа, вершинам которого соответствуют конечные узлы сети (компьютеры) и оммуникационное оборудование (маршрутизаторы), а ребрам соединения (линии) между вершинами.

В реальной жизни линия сети характеризуется еще и своей длиной (особенно это важно в проводных сетях для прокладки линии необходимо знать, сколько провода (кабеля) нужно закупить). Но в вышеуказанном тексте вопроса длине линии значения не придается. У нас есть пять маршрутизаторов (вершин графа), между которыми требуется проводить линии (ребра графа). Для работы с графами и множествами в математике существует раздел под названием «комбинаторика» Комбинаторика является частью *дискретной* математики (это раздел математики, имеющий дело с конечным числом значений, в отличие от *непрерывной* математики). Как следует из названия, комбинаторика имеет дело с комбинациями значений (объектов).

Задача.[3] Пять маршрутизаторов необходимо соединить в подсеть с двухточечным соединением. Каждые два маршрутизатора разработчики могут соединить высокоскоростной, среднескоростной, низкоскоростной линией или никак не соединять. Предположим, компьютеру требуется 100 мс для моделирования и анализа каждой топологии. Сколько компьютерного времени понадобится для выбора варианта, лучше всего соответствующего ожидаемой нагрузке?

Решение. Сначала посчитаем, сколько линий можно провести между каждыми двумя вершинами (маршрутизаторами) нашей сети. Конечно, это можно сделать прямым перебором на рисунке. Ниже нарисована сеть, в которой обозначены маршрутизаторы точками А, Б, В, Г и Д. Все точки попарно соединены линиями:



При подсчете прямым перебором получается 10 линий. Но, в принципе, можно попробовать найти формулу для любого количества вершин. Рассмотрим наш случай с пятью вершинами. Начнем проводить линии из точки А. Из этой точки мы сможем провести 4 линии: АБ, АВ, АГ и АД. Теперь проведем линии из точки Б. Из этой точки мы сможем теперь провести лишь три линии: БВ, БГ, БД (линия БА уже проведена ранее под названием АВ). Теперь проведем линии из точки В. Из этой точки мы сможем теперь провести лишь две линии: ВГ и ВД (линии ВА и ВБ уже проведены ранее под названиями АВ и БВ). Теперь проведем линии из точки Г. Из этой точки мы сможем теперь провести лишь одну линию: ГД (линии ГА, ГБ и ГВ уже проведены ранее). Из оставшейся точки Д мы не сможем теперь провести ни одной линии (линии ДА, ДБ, ДВ и ДГ проведены ранее). То есть при количестве вершин в 5 штук для нахождения числа линий между этими вершинами нам нужно последовательно сложить числа 4, 3, 2, 1 и 0. Или наоборот: 0, 1, 2, 3 и 4. Это арифметическая прогрессия с шагом 1. Сумма первых N членов арифметической прогрессии вычисляется по следующей формуле:

$$S = \frac{a_1 + a_N}{2} \cdot N$$

где a_1 первый член прогрессии, a_N N-й член прогрессии.

В нашем случае $a_1 = 0$, $a_N = N - 1$, при этом получается следующая формула:

$$S = \frac{N(N-1)}{2}$$

Проверим.

Для одной вершины: $(1 - 1) \cdot 1 / 2 = 0$ (точка)

Для двух вершин: $(2 - 1) \cdot 2 / 2 = 1$ (линия)

Для трех вершин: $(3 - 1) \cdot 3 / 2 = 3$ (треугольник)

Для четырех вершин: $(4 - 1) \cdot 4 / 2 = 6$ (прямоугольник)

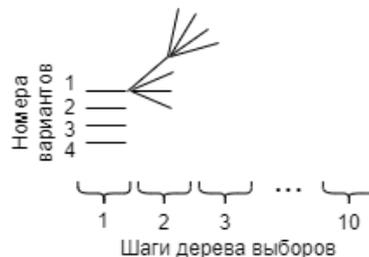
Для пяти вершин (наш случай): $(5 - 1) \cdot 5 / 2 = 10$

Для шести вершин: $(6 - 1) \cdot 6 / 2 = 15$ и так далее.

Теперь подсчитаем общее количество возможных топологий сети при указанных в тексте вопроса условиях. Итак, при 5 маршрутизаторах у нас может быть 10 линий, каждая из которых может быть одного из 4-х видов: высокоскоростная, среднескоростная, низкоскоростная и линии вообще может не быть.

При моделировании и анализе топологии указанной сети компьютер должен перебрать все варианты топологии сети, отбрасывая при этом те, которые не будут работать вообще и те, которые будут работать, но окажутся неэффективными.

Как подсчитать это количество? Для этого можно использовать одно из основных правил комбинаторики правило умножения. Первую линию можно сделать одного из перечисленных выше 4-х видов. При каждом из этих 4-х выборов вида линии следующую линию тоже можно сделать одного из 4-х видов. То есть на каждом следующем шаге дерева выборов количество его веточек умножается на 4:



Получается, что общее количество вариантов топологии сети будет равно произведению $4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot \dots$ и так далее, то есть равно 4^{10} . В терминах комбинаторики это называется «нахождением количества размещений с повторениями из 4 по 10»

Таким образом, компьютер при моделировании и анализе топологии данной сети должен перебрать 4^{10} вариантов, затратив на каждый вариант 100 мс. А это значит, что всего компьютер затратит на эту работу следующее количество времени:

$$4^{10} \cdot 100 \text{ мс} = 1\,048\,576 \cdot 0,1 \text{ с} = 104\,857,6 \text{ с} = 29,127 \text{ с.}$$

В заключение отметим что миллион с хвостиком вариантов входят и «нерабочие» варианты топологии сети. Например, вариант вообще без линий, или варианты, при которых какие-то из маршрутизаторов окажутся не присоединенными к сети, или варианты, при которых будут существовать несколько не соединенных друг с другом частей сети. «Рабочими» вариантами топологии сети я считаю такие варианты, при которых от одного маршрутизатора

по линиям можно добраться до любого другого маршрутизатора в сети, даже если и не напрямую, а через один или несколько промежуточных маршрутизаторов. В нашем случае предполагается, что компьютер перебирает все варианты, откидывая нерабочие.

Список использованной литературы

1. Биркгоф Г., Теория структур, пер. с англ., М., 1952.
2. Скорняков Л. А., Элементы теории структур, М., 1970.
3. Andrew S. Tanenbaum rize University, Amsterdam, The Netherlands, Computer Networks, 6th edition Published by Pearson (July 14th 2021) Copyright © 2021.

ՀԱՄԱԿԱՐԳՉԱՅԻՆ ՑԱՆՅԵՐԻ ՄԻ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈՂԵԼԻ ՄԱՍԻՆ

ԱՐԲԱՀԱՄՅԱՆ ԼԻԱՆԱ

Արցախի պետական համալսարանի դասախոս,
ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ
Էլփոստ՝ liana_abrahamyan@mau.ru

ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ ԿՈՐՅՈՒՆ

Ստեփանակերտի «Գրիգոր Նարեկացի» համալսարանի
հեռահաղորդակցության տեխնոլոգիաների և
բնական գիտությունների բաժնի պետ
Էլփոստ՝ Koryun.gr@gmail.com

ՆՈՒՐԻԶԱՆՅԱՆ ԱՐՄԵՆ

Ստեփանակերտի «Գրիգոր Նարեկացի» համալսարանի
հեռահաղորդակցության տեխնոլոգիաների և
բնական գիտությունների ամբիոնի դասախոս
Էլփոստ՝ armen.n72@mail.ru

Մարդու հիմնական կարիքներից մեկը հաղորդակցության կարիքն է: Հաղորդակցությունը ունիվերսալ միջոց է, որն ապահովում է տեղեկատվության փոխանցումը ժամանակակից կապի միջոցների, այդ թվում՝ համակարգչի միջոցով: Տեղեկատվության փոխանցման ընդհանուր սխեման հետևյալն է՝ տեղեկատվության աղբյուր- կապի ալիք-տեղեկատվության ստացող (ստացող): Մեծ հեռավորությունների վրա տեղեկատվության արագ փոխանցման հիմնական սարքերը ներկայումս հեռագրային, ռադիո, հեռախոսային, հեռուստատեսային հաղորդիչ և համակարգչային համակարգերի վրա հիմնված հեռահաղորդակցության ցանցերն են: Համակարգիչների միջև տեղեկատվության փոխանցումը գոյություն է ունեցել համակարգչի ստեղծման սկզբից: Այն թույլ է տալիս կազմակերպել համատեղ աշխատանք՝ առանձին համակարգիչների, լուծել մեկ խնդիր մի քանի համակարգիչների օգնությամբ, կիսել ռեսուրսները և լուծել բազմաթիվ այլ խնդիրներ: Համակարգչային ցանցը հասկացվում է որպես ապարատային և ծրագրային ապահովման մի շարք, որոնք նախատեսված են տեղեկատվության փոխանակման և օգտվողներին ընդհանուր ցանցային ռեսուրսներ մուտք գործելու համար: Համակարգչային ցանցերի հիմնական նպատակն է օգտատերերին ապահովել տեղեկատվության (տվյալների բազաներ, փաստաթղթեր և այլն) և ռեսուրսների (կոշտ սկավառակներ, տպիչներ, CD-ROM կրիչներ, մոդեմներ, գլոբալ ցանց և այլն) համատեղ հասանելիություն: Հողվածի նպատակն է համակարգչային ցանցերի մաթեմատիկական մեթոդներով մաթեմատիկական մոդելի կառուցումն է:

Քանաչի բառեր` համակարգիչ, ցանց, տոպոլոգիա, գրաֆ,
կոմբինատորիկա:

ON A MATHEMATICAL MODEL OF COMPUTER NETWORKS

ABRAHAMYAN LIANA

*PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor,
Lecturer of Artsakh State University
e-mail: liana_abrahamyan@mau.ru*

GRIGORYAN KORYUN

*Head of the department of Telecommunication Technologies
and Natural Sciences, Grigor Narekatsi University, Stepanakert
e-mail: Koryun.gr@gmail.com*

NURIJANYAN ARMEN

*Lecturer at the department of Telecommunication Technologies
and Natural Sciences, Grigor Narekatsi University, Stepanakert
e-mail: armen.n72@mail.ru*

One of the basic human needs is the need for communication. Communication is a universal tool of interaction, which enables the transmission of information through modern means of communication, including computers. The general information transmission scheme is as follows: the source of information, the communication channel, and the recipient (receiver) of information. The main devices for the rapid transmission of information over long distances are currently the telegraph, radio, telephone, television transmitter, and telecommunication networks based on computer systems. The transfer of information between computers has existed since the very beginning of the computer. It allows you to organize joint work of separate computers, solve a single task with the help of several computers, share resources and addressing numerous other issues. A computer network is understood as a set of hardware and software designed to exchange information and access users to common network resources. The main purpose of computer networks is to provide users with joint access to information (databases, documents, etc.) and resources (hard drives, printers, CD-ROM drives, modems, access to the global network, etc.). The purpose of the article is to build a mathematical model of computer networks using mathematical methods.

Keywords: *Computer, network, topology, graph, combinatorics.*

Հոդվածը ներկայացվել է խմբագրական խորհուրդ 20.05.2023թ.:

Հոդվածը գրախոսվել է 03.06.2023թ.:

Ընդունվել է տպագրության 17.11.2023թ.: