

دانشگاه شاهرود
پایه

انتقال داده‌ها

دکتر عباسعلی رضائی دکتر مصطفی برومندزاده

امروز کتابخوانی و علم‌آموزی نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.^۱

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتابخوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پر بار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه مطالعه هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین سوره‌ای که بر آن فرستاده عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد

1. <https://farsi.khamenei.ir/message-content?id=2696>

شده است: «إِقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده اند.

دانشگاه پیام نور با گستره جغرافیایی ایران شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه جا و همه وقت، به عنوان دانشگاهی کتاب محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره گیری از تجربه های گرانقدر استادان و صاحب نظران برجسته کشورمان، کتاب ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه مهم و خطیر یاری رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه خطیر یاری می رسانند، سپاسگزاری می نمایم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام نور را منزلگاه اندیشه سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام نور

فهرست مطالب

پیشگفتار پانزده

فصل اول. مفاهیم پایه در معماری شبکه‌های انتقال داده ۱

هدف کلی ۱

هدف‌های یادگیری ۱

مقدمه ۱

۱-۱ شبکه ارتباط داده ۲

۲-۱ انواع شبکه‌ها براساس محدوده جغرافیایی ۲

۱-۲-۱ شبکه‌های محلی ۳

۲-۲-۱ شبکه‌های شهری ۳

۳-۲-۱ شبکه‌های گسترده ۴

۳-۱ مخابرات داده‌ها ۴

۱-۳-۱ اجزای سیستم‌های مخابرات داده ۵

۴-۱ پروتکل ۶

۵-۱ استانداردها ۷

۱-۵-۱ سازمان‌های تولیدکننده استانداردها ۷

۶-۱ پیکربندی خطوط انتقال ۷

۱-۶-۱ نقطه به نقطه ۸

۲-۶-۱ همه پخش ۸

۷-۱ مدهای انتقال ۹

۸-۱ آرایش (توپولوژی) شبکه ۹

۱-۸-۱ آرایش خطی ۱۰

۱۰	۱-۸-۲ آرایش حلقوی
۱۲	۱-۸-۳ آرایش ستاره‌ای
۱۲	۱-۸-۴ آرایش میخ
۱۳	۱-۸-۵ آرایش درختی
۱۴	۱-۸-۶ آرایش ترکیبی
۱۴	۱-۹-۹ مدل لایه‌ای شبکه‌ها
۱۵	۱-۹-۱ مدل OSI
۱۶	۱-۹-۲ لایه فیزیکی
۱۶	۱-۹-۳ لایه پیوند داده
۱۷	۱-۹-۴ لایه شبکه
۱۷	۱-۹-۵ لایه انتقال
۱۸	۱-۹-۶ لایه نشست
۱۸	۱-۹-۷ لایه نمایش
۱۸	۱-۹-۸ لایه کاربرد
۱۹	۱-۱۰-۱۰ مدل TCP / IP (مدل سرویس اینترنت)
۱۹	۱-۱۰-۱ لایه رابط شبکه
۲۰	۱-۱۰-۲ لایه اینترنت
۲۰	۱-۱۰-۳ لایه انتقال
۲۰	۱-۱۰-۴ لایه کاربرد
۲۱	۱-۱۱-۱ اینترنت
۲۲	خلاصه فصل اول
۲۲	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول
۲۴	خودآزمایی تشریحی فصل اول
۲۷	فصل دوم. سیگنال‌ها و مبانی انتقال داده
۲۷	هدف کلی
۲۷	هدف‌های یادگیری
۲۷	مقدمه
۲۸	۲-۱ سیگنال‌های آنالوگ و دیجیتال
۲۹	۲-۲ داده‌های آنالوگ و دیجیتال
۲۹	۲-۳ نمایش سیگنال‌های آنالوگ و دیجیتال
۳۰	۲-۴ سیگنال‌های متناوب و نامتناوب
۳۱	۲-۵ سیگنال‌های ساده و مرکب
۳۱	۲-۶ سیگنال‌های ساده
۳۲	۲-۶-۱ تناوب
۳۲	۲-۶-۲ فرکانس

۳۳	۲-۶-۳ دامنه
۳۳	۲-۶-۴ فاز (با علامت عمومی Φ)
۳۴	۲-۶-۵ مشخصه ریاضی سیگنال ساده
۳۶	۲-۶-۶ فرکانس و نرخ تغییرات
۳۷	۲-۶-۷ سرعت و طول موج (λ)
۳۸	۲-۶-۸ نمایش شکل موج سیگنال در حوزه فرکانس
۴۰	۲-۷ سیگنال‌های مرکب
۴۳	۲-۷-۱ فرکانس پایه
۴۳	۲-۷-۲ طیف فرکانسی و پهنای باند
۴۴	۲-۸ رابطه پهنای باند و سرعت سیگنال
۴۸	۲-۹ مشخصه‌های مهم سیگنال‌های دیجیتال
۵۰	۲-۱۰ انواع تکنیک‌های انتقال و انواع سیگنال‌ها
۵۱	۲-۱۱ موانع انتقال
۵۱	۲-۱۱-۱ تضعیف
۵۵	۲-۱۱-۲ اعوجاج تأخیر
۵۶	۲-۱۱-۳ نویز
۵۶	۲-۱۱-۳-۱ نویز حرارتی
۵۷	۲-۱۱-۳-۲ نویز القایی
۵۸	۲-۱۱-۳-۳ نویز مدولاسیون داخلی
۵۸	۲-۱۱-۳-۴ نویز ضربه‌ای
۵۸	۲-۱۱-۴ ظرفیت کانال
۵۹	۲-۱۱-۴-۱ رابطه نایکوئیست
۶۰	۲-۱۱-۴-۲ ظرفیت شانون
۶۲	۲-۵ استاندارد کیفیت و کارایی ارتباطات دیجیتال
۶۴	۲-۵-۱ کارایی طیفی
۶۵	خلاصه فصل دوم
۶۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم
۶۷	خودآزمایی تشریحی فصل دوم
۶۹	فصل سوم. کدگذاری و مدولاسیون
۶۹	هدف کلی
۶۹	هدف‌های یادگیری
۶۹	مقدمه
۷۱	۳-۱ داده دیجیتال - سیگنال دیجیتال
۷۳	۳-۱-۱ قطبی
۷۴	۳-۱-۱-۱ عدم بازگشت به صفر (NRZ)

۷۴	 ۲-۱-۳ بازگشت به صفر (RZ)
۷۵	 ۳-۱-۳ کدگذاری‌های تفاضلی و دوفاز
۷۶	 ۴-۱-۳ منچستر
۷۶	 ۵-۱-۳ منچستر تفاضلی
۷۸	 ۲-۳ دوقطبی و تکنیک‌های جابه‌جایی
۷۸	 AMI ۱-۲-۳
۸۰	 B8ZS ۲-۲-۳
۸۰	 HDB3 ۳-۲-۳
۸۲	 21BQ ۴-۲-۳
۸۳	 MLT3 ۵-۲-۳
۸۴	 ۶-۲-۳ کدهای بلوکی
۸۵	 4B/5B کد بلوکی ۱-۶-۳
۸۷	 8B/10B کد بلوکی ۲-۶-۳
۸۷	 8B/6T کد بلوکی ۳-۶-۳
۸۸	 ۳-۳ داده دیجیتال - سیگنال آنالوگ
۹۰	 ۱-۳-۳ مدولاسیون ASK
۹۱	 ۲-۳-۳ مدولاسیون FSK
۹۴	 ۳-۳-۳ مدولاسیون PSK
۱۰۰	 ۴-۳-۳ مدولاسیون QAM
۱۰۳	 ۵-۳-۳ مقایسه پهنای باند و کارایی در QAM, PSK, FSK, ASK
۱۰۷	 ۱-۵-۳-۳ محاسبه کارایی
۱۰۸	 ۲-۵-۳-۳ کارایی در حضور نویز
۱۱۰	 ۴-۳ داده آنالوگ - سیگنال حامل دیجیتال
۱۱۰	 ۱-۴-۳ مدولاسیون کدپالس یا PCM
۱۱۵	 ۲-۴-۳ مدولاسیون دلتا DM
۱۱۶	 ۵-۳ داده آنالوگ - سیگنال حامل آنالوگ
۱۱۷	 ۱-۵-۳ مدولاسیون دامنه AM
۱۲۰	 ۲-۵-۳ مدولاسیون زاویه (فرکانس و فاز)
۱۲۲	 ۱-۲-۵-۳ محاسبه پهنای باند FM و PM
۱۲۳	 خلاصه فصل سوم
۱۲۴	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم
۱۲۷	 خودآزمایی تشریحی فصل سوم
۱۳۱	 فصل چهارم. محیط انتقال
۱۳۱	 هدف کلی
۱۳۱	 هدف‌های یادگیری

۱۳۱	 مقدمه
۱۳۲	۱-۴ رسانه‌های کابلی یا هدایت شده
۱۳۳	۴-۱-۱ زوج سیم به هم تابیده
۱۳۴	۴-۱-۲ انواع سیم‌های UTP، STP و (ScTP FTP)
۱۳۷	۴-۱-۳ کابل هم‌محور یا کواکسیال
۱۳۸	۴-۱-۴ فیبر نوری
۱۴۱	۴-۲ انواع کابل فیبر نوری از نظر شیوه انتقال
۱۴۳	۴-۳ طول موج و پهنای باند در فیبرهای نوری
۱۴۴	۴-۳-۱ ارتباط‌دهنده‌های فیبر نوری
۱۴۵	۴-۴ رسانه‌های بی‌سیم یا هدایت نشده
۱۴۷	۴-۴-۱ ارسال در محدوده رادیویی
۱۴۸	۴-۴-۲ ارسال در محدوده ماکروویو
۱۵۰	۴-۵ ماکروویو ماهواره‌ای
۱۵۵	۴-۵-۱ ارسال در محدوده مادون قرمز و امواج نوری
۱۵۶	۴-۶ انتشار و خمیدگی بی‌سیم
۱۵۸	۴-۶-۱ شکست (خمیدگی)
۱۵۸	۴-۷ برخی روابط و موانع خاص در انتقال بی‌سیم با دید مستقیم
۱۶۰	۴-۷-۱ دید مستقیم نوری و رادیویی
۱۶۱	۴-۸ انتقال داده زیر آب
۱۶۲	۴-۸-۱ امواج صوتی، نوری و رادیویی در زیر آب
۱۶۴	 خلاصه فصل چهارم
۱۶۵	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم
۱۶۷	 خودآزمایی تشریحی فصل چهارم
۱۶۹	 فصل پنجم. تکنیک‌های ارتباطی و رابط‌های دیجیتال
۱۶۹	 هدف کلی
۱۶۹	 هدف‌های یادگیری
۱۶۹	 مقدمه
۱۷۰	۵-۱ انتقال موازی و انتقال سری
۱۷۲	۵-۲ انتقال غیرهم‌زمان و هم‌زمان
۱۷۳	۵-۲-۱ انتقال غیرهم‌زمان
۱۷۶	۵-۲-۲ انتقال هم‌زمان
۱۷۷	۵-۳ رابط‌ها
۱۸۰	۵-۳-۱ استاندارد V.24 / EIA-232F
۱۸۷	۵-۳-۲ رابط فیزیکی ISDN
۱۸۷	۵-۳-۳ اتصال فیزیکی ISDN

۱۸۸	 ۴-۳-۵ مشخصه الکتریکی ISDN
۱۸۹	 ۴-۵ مودم ها
۱۹۷	 خلاصه فصل پنجم
۱۹۷	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم
۲۰۱	 خودآزمایی تشریحی فصل پنجم
۲۰۳	 فصل ششم. خطا
۲۰۳	 هدف کلی
۲۰۳	 هدف‌های یادگیری
۲۰۳	 مقدمه
۲۰۴	 ۱-۶ انواع خطاها
۲۰۵	 ۲-۶ تشخیص خطا
۲۰۵	 ۱-۲-۶ چک توازن یا روش VRC
۲۰۷	 ۲-۲-۶ روش LRC
۲۰۹	 ۳-۲-۶ روش واریسی افزونگی چرخشی یا CRC
۲۱۶	 ۴-۲-۶ چندجمله‌ای‌ها
۲۱۸	 ۵-۲-۶ دیاگرام سخت‌افزاری
۲۲۱	 ۶-۲-۶ روش مجموع مقابله‌ای یا CheckSum
۲۲۲	 ۳-۶ تصحیح خطا
۲۲۵	 ۱-۳-۶ اصول کد بلوکی و فاصله همینگ
۲۲۸	 ۲-۳-۶ الگویی ساده از نحوه به‌کارگیری کد همینگ
۲۳۰	 خلاصه فصل ششم
۲۳۰	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم
۲۳۳	 خودآزمایی تشریحی فصل ششم
۲۳۵	 فصل هفتم. کنترل در لایه پیوند داده
۲۳۵	 هدف کلی
۲۳۵	 هدف‌های یادگیری
۲۳۵	 مقدمه
۲۳۷	 ۱-۷ انضباط خط
۲۳۷	 ENQ / ACK ۱-۱-۷
۲۳۸	 Poll / Select ۲-۱-۷
۲۴۰	 ۲-۷ کنترل جریان
۲۴۲	 ۱-۲-۷ کنترل جریان به شیوه «توقف و انتظار»
۲۴۵	 ۲-۲-۷ کنترل جریان به شیوه «پنجره لغزان»
۲۴۷	 ۳-۷ کنترل خطا

۲۴۷	ARQ ۱-۳-۷ توقف و انتظار.....
۲۵۰	۲-۳-۷ مبنای عملکرد روش‌های ARQ و N-Go-Back ARQ حذف انتخابی.....
۲۵۱	N-Go-Back ARQ ۳-۳-۷.....
۲۵۳	ARQ ۴-۳-۷ حذف - انتخابی.....
۲۵۴	۴-۷ کارایی روش‌های کنترل جریان.....
۲۵۴	۱-۴-۷ کنترل جریان توقف انتظار بدون خطا.....
۲۵۶	۲-۴-۷ کنترل جریان پنجره لغزنده بدون خطا.....
۲۵۸	۳-۴-۷ کارایی روش‌های ARQ.....
۲۵۹	۵-۷ پروتکل‌های کنترل اتصال داده در لایه پیوند داده.....
۲۵۹	۱-۵-۷ گروه‌بندی پروتکل‌های لایه پیوند داده.....
۲۶۳	۲-۵-۷ HDLC و PPP.....
۲۶۴	۳-۵-۷ قالب فریم HDLC.....
۲۶۴	۴-۵-۷ فیلد پرچم و راه‌کار Bit Suffing.....
۲۶۵	۵-۵-۷ فیلد آدرس.....
۲۶۶	۶-۵-۷ فیلد کنترل.....
۲۶۷	۷-۵-۷ فیلدهای Data, PF و FCS.....
۲۷۴	۸-۵-۷ PPP پروتکل نقطه به نقطه.....
۲۷۷	۹-۵-۷ PPP فیلدهای.....
۲۷۸	خلاصه فصل هفتم.....
۲۷۹	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هفتم.....
۲۸۲	خودآزمایی تشریحی فصل هفتم.....
۲۸۵	فصل هشتم. مالتی پلکسینگ.....
۲۸۵	هدف کلی.....
۲۸۵	هدف‌های یادگیری.....
۲۸۵	مقدمه.....
۲۸۶	۱-۸ مالتی پلکسینگ تقسیم فرکانس (FDM).....
۲۸۹	۲-۸ مالتی پلکسینگ تقسیم طول موج (WDM).....
۲۹۱	۳-۸ مالتی پلکسینگ تقسیم حوزه زمانی (هم‌زمان) TDM.....
۲۹۳	۱-۳-۸ فریمینگ.....
۲۹۵	۲-۳-۸ تزریق بیت.....
۲۹۵	۴-۸ مالتی پلکسینگ تقسیم زمانی آماری (غیرهم‌زمان) یا STDMA.....
۲۹۸	۵-۸ کاربردهای مالتی پلکسینگ.....
۲۹۸	۱-۵-۸ سرویس‌های قدیمی مبتنی بر تلفن و صوت.....
۲۹۹	۲-۵-۸ سرویس‌های سوئیچینگ آنالوگ.....
۲۹۹	۳-۵-۸ خطوط استیجاری.....

۳۰۱	 ۵-۴-۸ سرویس 56K
۳۰۱	 ۵-۵-۸ سرویس DDS
۳۰۲	 ۵-۶-۸ سرویس DS و حامل های دیجیتال
۳۰۴	 ۵-۷-۸ SONET /SDH
۳۰۹	 ۵-۸-۸ سرویس های مبتنی بر مودم های کابلی و DSL
۳۱۱	 ۵-۹-۸ خط دیجیتالی نامتقارن DSL
۳۱۵	 خلاصه فصل هشتم
۳۱۵	 خودآزمایی چهارگزینه ای فصل هشتم
۳۱۸	 خودآزمایی تشریحی فصل هشتم
۳۲۱	 فصل نهم. طیف گسترده
۳۲۱	 هدف کلی
۳۲۱	 هدف های یادگیری
۳۲۱	 مقدمه
۳۲۲	 ۹-۱ پیاده سازی طیف گسترده
۳۲۴	 ۹-۲ توجیه ریاضی تکنیک طیف گسترده
۳۲۵	 ۹-۳ تکنیک های مختلف طیف گسترده
۳۲۶	 ۹-۳-۱ دسترسی چندگانه تقسیم کد (CDMA)
۳۳۳	 ۹-۳-۲ طیف پراکنده پرش فرکانسی (FHSS)
۳۳۵	 ۹-۳-۲-۱ FHSS با استفاده از BFSK
۳۳۷	 ۹-۴-۱ FHSS با استفاده از MFSK
۳۴۰	 ۹-۴-۱ طیف پراکنده دنباله مستقیم (DSSS)
۳۴۴	 ۹-۴-۲ مالتی پلکسینگ تقسیم فرکانسی متعامد یا OFDM
۳۵۰	 خلاصه فصل نهم
۳۵۱	 خودآزمایی چهارگزینه ای فصل نهم
۳۵۲	 خودآزمایی تشریحی فصل نهم
۳۵۵	 فصل دهم. سوئیچینگ
۳۵۵	 هدف کلی
۳۵۵	 هدف های یادگیری
۳۵۵	 مقدمه
۳۵۶	 ۱۰-۱ سوئیچینگ مداری
۳۵۹	 ۱۰-۲ گره سوئیچینگ مداری
۳۶۰	 ۱۰-۲-۱ سوئیچینگ تقسیم فضا و تقسیم زمان
۳۶۱	 ۱۰-۲-۲ سوئیچینگ تقسیم فضا چندمرحله ای
۳۶۲	 ۱۰-۲-۳ سوئیچینگ تقسیم زمان

۳۶۳	۳-۱۰ معماری سوئیچ نرم
۳۶۴	۴-۱۰ سوئیچینگ بسته‌ای
۳۶۶	۱-۴-۱۰ سوئیچینگ بسته‌ای براساس دیتاگرام
۳۶۷	۲-۴-۱۰ سوئیچینگ بسته‌ای براساس ایجاد مدار مجازی
۳۶۹	۳-۴-۱۰ اندازه بسته
۳۷۰	۵-۱۰ مقایسه انواع سوئیچینگ بسته‌ای و مداری
۳۷۲	۶-۱۰ X.25
۳۷۵	۷-۱۰ Frame Relay
۳۷۸	۸-۱۰ انتقال غیرهم‌زمان (ATM)
۳۷۸	۱-۸-۱۰ معماری و اتصالات منطقی ATM
۳۸۲	۲-۸-۱۰ قالب سلول‌های ATM
۳۸۴	خلاصه فصل دهم
۳۸۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دهم
۳۸۸	خودآزمایی تشریحی فصل دهم
۳۹۱	پاسخنامه
۳۹۳	واژه‌نامه انگلیسی - فارسی
۴۰۳	اختصارات
۴۱۳	منابع

پیشگفتار

کتاب حاضر با تکیه بر سرفصل مصوب وزارت علوم در درس انتقال داده و برای دانشجویان رشته مهندسی کامپیوتر تهیه و تنظیم شده است. انتقال داده‌ها یکی از زمینه‌های پویا در قلمرو ارتباطات است که ارسال و دریافت اطلاعات به شکل‌های آنالوگ و دیجیتال را در فاصله‌هایی به اندازه هزاران کیلومتر فراهم ساخته است. این عرصه طی سال‌های اخیر رشد و دگرگونی فراوان یافته و تأثیرات شگرفی بر گستره فرهنگ و زندگی آدمیان نهاده است. در تهیه این مجموعه سعی شده تا کلیه ضوابط دانشگاه پیام‌نور در تدوین منابع درسی از جمله تعداد صفحات، خودخوان‌بودن، ارائه تمرین، مثال‌های متنوع و درنهایت استفاده از منابع به‌روز لحاظ شود تا هرچه بیشتر برای مطالعه و تدریس این درس ۳ واحدی مفید واقع شود. این کتاب شامل ۱۰ فصل است و از آنجا که محور اصلی درس انتقال داده لایه‌های فیزیکی و پیوند داده است اکثر مباحث در همین دو لایه مطرح شده‌اند.

کتاب حاضر، اصول و مفاهیم پایه انتقال داده‌ها را دربردارد. هدف از تدوین آن، تقسیم‌بندی مطالب درسی به بخش‌هایی کوچک‌تر جهت درک و یادگیری آسان مطالب اصلی بوده است. کوشیده‌ایم نگارش مطالب ساده، همراه با شرحی روان و به‌دور از پیچیدگی‌های رایج باشد. از این‌رو مثال‌های متنوعی را در هر بخش کتاب آورده‌ایم تا کمک بیشتری به درک و فهم آن نماید. متن اصلی کتاب را تعداد بسیاری شکل، جدول و نمودار همراهی می‌کنند. باور ما این است جلوه بصری شکل‌ها، درک موضوعات

دشوار انتقال داده‌ها را آسان‌تر می‌سازند. به‌منظور آشنایی با مفاهیم پیش‌نیاز و هر آنچه لازم است تا دانشجویان برای ورود به مباحث اصلی انتقال داده بدانند، بخش اول کتاب با مفاهیم پایه در انواع شبکه‌ها، توپولوژی‌ها، استانداردها و مدل‌های معماری شبکه‌های انتقال آغاز می‌شود. در ادامه، اهم مواردی که به‌تفصیل به آن‌ها می‌پردازیم عبارت‌اند از مفاهیم پایه سیگنال‌ها، داده‌ها و سیگنال‌های آنالوگ، داده‌ها و سیگنال‌های دیجیتال، محدودیت‌ها و موانع انتقال اعم از نویز، اعوجاج و تضعیف، پهنای باند و ظرفیت کانال، مدولاسیون و کدگذاری، انواع محیط انتقال، مودم‌ها و رابط‌های دیجیتال، کنترل خطا، کنترل جریان، پیکربندی خط، تسهیم، تکنیک طیف گسترده، انواع سوئیچینگ و فناوری ATM¹.

نظر به لزوم جایگذاری واژگان فارسی به‌جای کلمات تخصصی انگلیسی به‌دلیل وابستگی بسیار بالای مبحث کتاب به اصطلاحات لاتین و عبارات اختصاری، علاوه بر جدول اختصارات و واژه‌نامه انگلیسی به فارسی در پیوست کتاب، سعی شده تا حتی‌الامکان از معادل فارسی کلمات در متن استفاده شود. کتاب پیش‌رو مسلماً خالی از نقص نیست؛ از این‌رو، از همه اساتید، دانشجویان و خوانندگان محترمی که از این کتاب استفاده می‌کنند صمیمانه تقاضا داریم تا نظرات و پیشنهادهای خود را برای بهبود مطالب در ویرایش بعدی عنوان کنند.

مؤلفان

فصل اول

مفاهیم پایه در معماری شبکه‌های انتقال داده

هدف کلی

دانشجویان در این فصل با مفاهیم، تعاریف اولیه، ساختار معماری لایه‌ای و انواع آرایش‌های مربوطه در شبکه‌های انتقال داده آشنا می‌شوند.

هدف‌های یادگیری

با مطالعه این فصل انتظار می‌رود:

۱. اجرای اصلی در سیستم‌های انتقال داده و عملکرد آن‌ها را بشناسید.
۲. با مفاهیم پایه ساختار شبکه‌های انتقال داده همچون پروتکل و استاندارد آشنا شوید.
۳. انواع مختلف مُدهای انتقال داده را بشناسید.
۴. با انواع پیکربندی در خطوط انتقال آشنا شوید.
۵. آرایش‌های پایه در شبکه‌های رایانه‌ای، مزایا و کاربرد آن‌ها را بشناسید.
۶. با عملکرد و اهمیت لایه‌ها در طراحی شبکه‌های انتقال آشنا شوید.

مقدمه

کاربرد و اهمیت شبکه‌های انتقال داده بر کسی پوشیده نیست. توانایی مخابره سریع و بدون خطای اطلاعات، امروزه به‌عنوان معیاری برای سنجش پیشرفته بودن کشورها از نظر زیرساخت‌های فناوری به‌حساب می‌آید. رایانه‌ها به‌تنهایی نمی‌توانند به‌طور کامل مفید بوده و بازدهی کاملی داشته باشند، بنابراین آنچه به آن‌ها و سایر منابع اطلاعاتی اهمیتی فراتر از گذشته می‌بخشد نقشی است که در ارتباطات و انتقال دریای عظیمی از اطلاعات گوناگون

ایفاء می‌کنند؛ زیرا با گذر زمان حجم اطلاعاتی که انسان با آن سروکار دارد به‌صورتی روزافزون افزایش می‌یابد. شبکه‌های امروزی تحولی نوین در علوم انفورماتیک ایجاد کرده و بیش از پیش مفهوم دهکده جهانی را تحقق بخشیده‌اند. مرورگرهای وب، تلفن‌های سلولی، ارتباطات بی‌سیم و فراگیر اینترنتی، شبکه‌های هوشمند خانگی با سرعت بالای دسترسی، کارکنانی با سیستم‌های همیشه متصل و برخلاف شبکه‌های حس‌گر محیطی در انواع گوناگون با کاربردهای مختلف اجتماعی، اقتصادی، آموزشی، خبری و پزشکی امروزه همه‌جا حاضرند و هدف اصلی آن‌ها، گردآوری و پردازش داده‌های پراکنده در سطح دیاست.

۱-۱ شبکه ارتباط داده

هرگاه یک رایانه (فرستنده) بخواهد پیامی را به رایانه‌ای دیگر (گیرنده) ارسال کند، اصطلاحاً بین فرستنده و گیرنده یک مبادله پیام صورت گرفته است، اما این مبادله مستلزم وجود دسته‌ای از زیرساخت‌ها و قراردادها نزد ارائه‌دهندگان سرویس‌هاست که همواره طراحان شبکه با آن‌ها مواجه‌اند. از طرفی ارتباط میان رایانه‌های شخصی، ایستگاه‌های کاری، نحوه اتصالات و سایر وسایل و تجهیزات دیجیتالی مستلزم درک صحیح ما از نیازهای کاربران در تبادل داده‌هاست.

بنابراین به‌منظور طراحی و ساخت یک سیستم انتقال داده می‌بایست به سؤالاتی که در این خصوص پیش می‌آید پاسخی مناسب داد. (فروزان، ۲۰۱۳؛ ۵)

۱. یک کاربر چه نوع اطلاعاتی را می‌تواند به اشتراک بگذارد؟
۲. مسافت فیزیکی تا چه فاصله‌ای جوابگوی این ارتباط است؟
۳. تسهیم اطلاعات بین کاربران، چگونه و با چه استانداردی صورت می‌پذیرد؟
۴. آیا دسترسی به اطلاعات را می‌توان محدود ساخت؟
۵. چند نفر می‌توانند به اطلاعات یکسان دست یابند؟
۶. جریان گردش اطلاعات چگونه مدیریت می‌شود؟

با پاسخ به این پرسش‌ها می‌توان مفاهیم پایه در انتقال داده و نحوه ایجاد شبکه‌ها را درک کرد و در نهایت شبکه انتقال را بهبود بخشید.

۱-۲ انواع شبکه‌ها براساس محدوده جغرافیایی

رشد روزافزون وسایل ارتباطی، همچنین نیاز کاربران و مصرف‌کنندگان برای حذف

فاصله با مخاطبین تبادل در محدوده‌های جغرافیایی مختلف، تولیدکنندگان و صاحب‌نظران را به تعریف استانداردهایی در خصوص شبکه‌ها و دسته‌بندی آن‌ها ملزم کرده است. این دسته‌بندی به تعریف سه محدوده جغرافیایی اصلی به نام شبکه‌های «محلی»، «شهری» و «گسترده» می‌پردازد.

۱-۲-۱ شبکه‌های محلی

شبکه محلی یا LAN^۱ به گروهی از رایانه‌ها اطلاق می‌شود که در یک محدوده مکانی مشخص، مانند یک اتاق و یا یک تا چند طبقه از یک مجتمع واحد قرار دارند. با اتصال این شبکه‌ها به یکدیگر، به کاربران آن‌ها این امکان داده می‌شود تا تمامی منابع، شامل دستگاه‌های ذخیره‌سازی، چاپگرها، برنامه‌ها و سایر منابع موجود خود را باهم به اشتراک بگذارند. این گونه شبکه‌ها معمولاً به دو رده محدود و بزرگ تقسیم می‌شوند که اولی شامل چند رایانه و چاپگر است و دومی می‌تواند تمامی رایانه‌ها، سرورها و سیستم‌های صوتی و تصویری یک شرکت بزرگ را دربر گیرد. بسته به تجهیزات مورد استفاده، این شبکه می‌تواند سرعتی تا چند گیگابیت بر ثانیه را پشتیبانی نماید. معماری شبکه‌های محلی اغلب از نوع اترنت سریع^۲ است (صفایی، ۱۳۸۹؛ ۱۲).

۱-۲-۲ شبکه‌های شهری

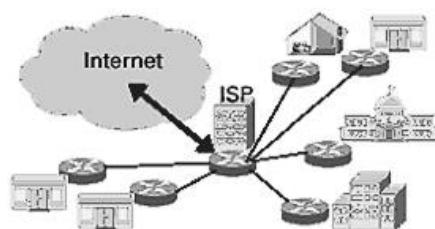
شبکه شهری یا MAN^۳ شبکه‌ای بزرگ است که معمولاً در سطح یک شهر گسترده شده و در آن علاوه بر اتصالات محدود کابلی به منظور ارتباط میان مکان‌های مختلف، اغلب از زیرساخت بی‌سیم یا اتصالات فیبر نوری استفاده می‌شود. انستیتوی مهندسی برق و الکترونیک^۴ نیز شبکه شهری را برای محدوده جغرافیایی بزرگ‌تر از یک شبکه محلی تعریف می‌کند که می‌تواند چندین بلوک ساختمانی تا گستره یک شهر را شامل شود. سرعت شبکه‌های شهری نیز مانند شبکه‌های محلی می‌تواند بسته به کانال‌های ارتباطی تا سرعت‌های بالا تغییر کند. این شبکه‌ها اغلب برای اتصالات محلی بستر مناسبی هستند و امروزه به دو صورت مالکیت دولتی و مالکیت خصوصی اداره می‌شوند.

1. Local Area Network

2. Fast Ethernet

3. Metropolitan Area Network

4. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)



شکل ۱-۱. شبکه شهری

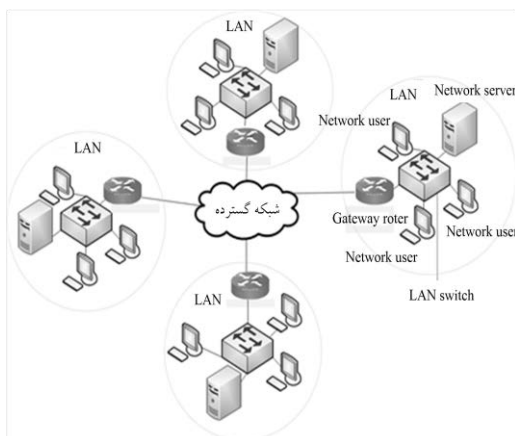
۱-۲-۳ شبکه‌های گسترده

شبکه گسترده یا WAN^۱ در مقیاسی بسیار بزرگ و از به هم پیوستن چند شبکه شهری به وجود می‌آید و همان‌گونه که در شکل ۱-۲ نمایان است محدوده وسیعی مانند یک یا چند کشور و قاره را پوشش می‌دهد. این شبکه انتقال انواع داده‌ها را تا مسافت‌های بسیار دور امکان‌پذیر می‌کند. در این شبکه رایانه‌های نهایی که اجراکننده برنامه‌های کاربردی کاربران هستند را اصطلاحاً میزبان می‌نامند. میزبان‌ها توسط دسته‌ای از زیرشبکه‌های مخابراتی به هم متصل می‌شوند که غالباً متعلق به شرکت‌های مخابراتی هستند. زیرشبکه‌ها از دو بخش عمده شامل خطوط انتقال و تجهیزات سوئیچینگ تشکیل شده‌اند. این شبکه‌ها معمولاً شامل هزاران میزبان و سوئیچینگ گسترده با فناوری‌های مختلف مداری و بسته‌ای هستند.

۱-۳ مخابره داده‌ها

همان‌گونه که می‌دانیم فناوری‌های ارتباطی این امکان را فراهم کرده تا به وسیله ارتباطات مخابراتی، اطلاعات را مخابره و داده‌ها را به صورت محلی یا راه دور به اشتراک بگذاریم. چنانچه این تبادل داده بین سیستم‌های متصل در یک شبکه کوچک باشد این فرایند اصطلاحاً به صورت محلی انجام گرفته است و اگر مخابره داده‌ها به دور دست باشد، براساس ارتباطات گسترده رخ داده است. عبارت ارتباطات راه دور^۲ که شامل تلفن، تلگراف، تلویزیون و داده است به معنی مخابره داده‌ها از راه دور است (فروزان، ۲۰۱۳؛ ۱۱).

1. Wide Area Network
2. Telecommunication



شکل ۱-۲. شبکه گسترده

۱-۳-۱ اجزای سیستم‌های مخابره داده

برای اینکه داده‌ای را مخابره کنیم ابتدا باید از زیرساخت شبکه همچنین لحاظ شدن استانداردهای بین‌المللی ارتباطات داده اطمینان حاصل کنیم. ارسال صحیح و کامل داده به سه مؤلفه اصلی و کاملاً پیوسته بستگی دارد که معمولاً معیاری برای ارزیابی کارایی یک سیستم مخابره داده هستند. این مؤلفه‌ها عبارت‌اند از:

الف) تحویل داده‌ها به گیرنده. این عمل همیشه از طریق یک فرستنده صورت می‌پذیرد و در صورتی که شبکه وسیع باشد روترها^۱ نقش فرستنده یا گیرنده‌های واسط را ایفاء می‌کند تا داده‌ها را به مقصد نهایی هدایت کنند.

ب) صحت تحویل. زمانی که داده‌ها به مقصد خود ارسال شدند فرستنده می‌بایست از سلامت داده‌های ارسالی خود مطلع و مطمئن شود.

ج) تحویل به‌موقع. گاهی اوقات داده‌ها به‌درستی مسیریابی نمی‌شوند و به‌واسطه مسیریاب‌ها به مسیرهایی نادرست هدایت می‌شوند که این مسئله باعث می‌شود در مقصد داده‌ها با تأخیر دریافت شوند. برای این کار استفاده از الگوریتم‌های مناسب در مسیریابی، اهمیت بسیار بالایی دارد. یک سیستم مخابره داده به پنج جزء اصلی تقسیم می‌شود:

۱. **پیام.** اطلاعاتی که باید مخابره شود. پیام می‌تواند حاوی اعداد، متن، تصویر، صوت، ویدئو یا هر ترکیبی از آن‌ها باشد