

Data communications

Lecture 7

Data link modems, protocols

Prof. Tuyatsetseg Badarch, PhD, MBA.

2022

Өгөгдлийн сувгийн төхөөрөмж модем , ангилал

Сүлжээний хэрэглэгчийн терминалыг дамжуулах шугамд холбох үүрэгтэй сувгийн төхөөрөмжийг (DCE) модем гэж нэрлэдэг. Модем нь дохиог нэвтрүүлэх хэсэгт модуляцлаж, дамжуулна. Хүлээн авах хэсэгт демодуляц хийх замаар тоон дохиог гарган авна. Бүс нутаг, хот хооронд, хотын дотор, хоёр хэсгийн хооронд гэх мэтийн алслагдсан компьютер хооронд мэдээлэл солилцох шаардлага гарснаар телефоны шугамыг ашиглах болсон. Ихэнхи телефон шугамууд аналог дохио дамжуулахаар зохион байгуулагдсан байдаг учир компьютерийн тоон өгөгдлийг дамжуулахын тулд аналог дохионы хэлбэрт модуляцлаж, дамжуулна. Хүлээн авах хэсэгт аналог дохиог тоон хэлбэрт демодуляцлана. Ерөнхий тохиолдолд модемыг хэрхэн ангилахыг хүснэгт 2.6-д авч үзлээ.

Модемын ангилал

Хүснэгт 2.6

1	Модемын тодорхойломжын ялгааны шинж тэмдэг	Модемын төрөл
1	Хэрэглэх хүрээ	Өргөн зурвасын модем
		Телефон шугамын модем
		Ойрын зайн модем
2	Хэрэглэх сувгийн төрөл	Коммутацлах сувгийн модем
		Түрээсийн сувгийн модем
		Хувийн сувгийн модем
3	Шугамын ажиллагааны горим	Хагас дуплекс
		Бүрэн дуплекс
4	Сүлжээний синхрончлолын горим	Синхрон
		Синхрон
5	Модуляцын төрлөөр	(АСМ)-Агуурга солих модуляцтай
		(ДСМ)-Давтамж солих модуляцтай
		(ФСМ)-Фаз солих модуляцтай
		(КАМ)- Квадрат агуурга солих модуляцтай

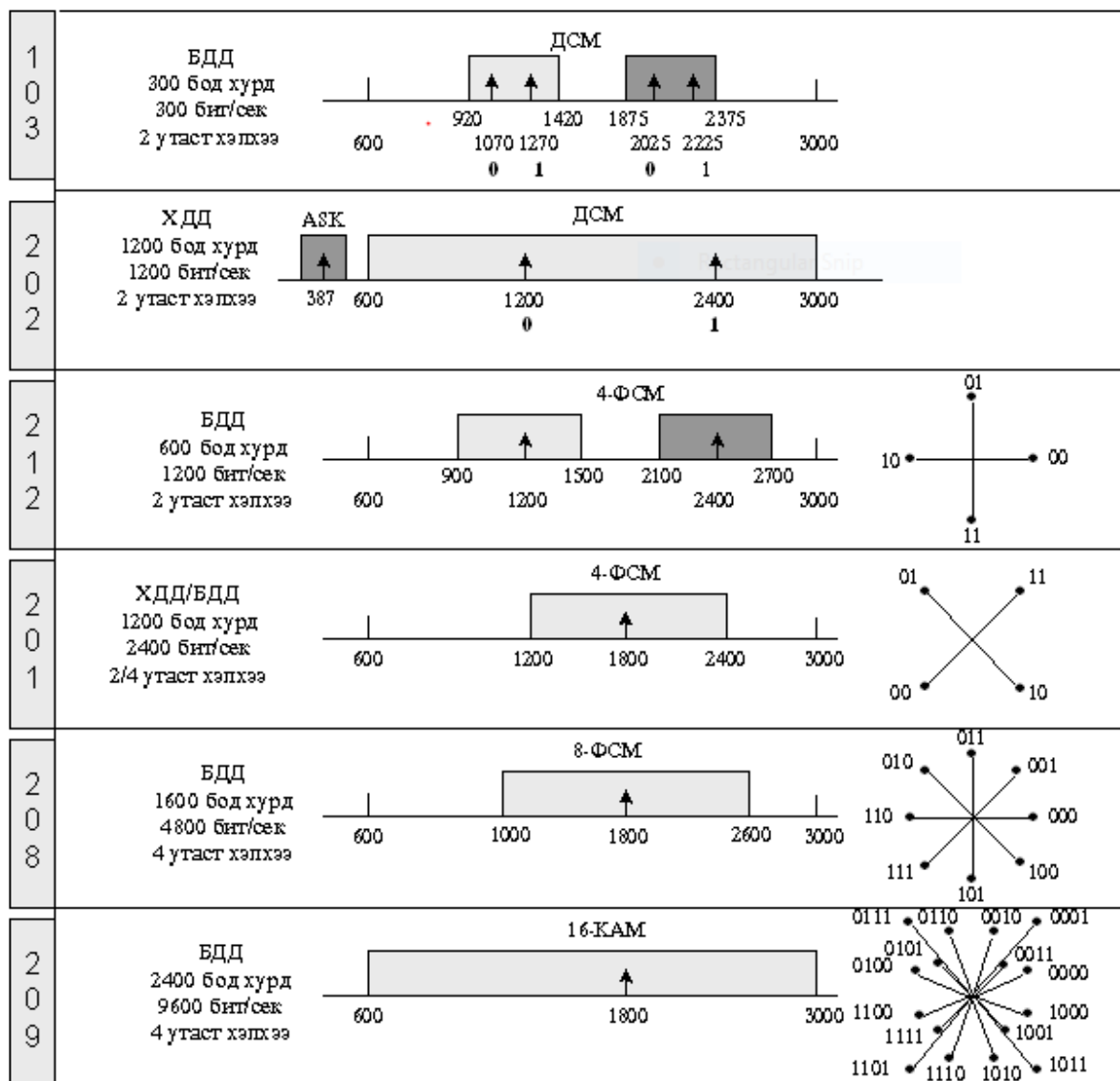
Мөн модемыг дараахь төрлүүдэд ангилж үзнэ. Үүнд:

1. Аналог хэлхээний 2 ба 4 утаст хэлхээний модем: Модуляцийн энгийн аргуудыг ашигласан аналог хэлхээний модемуудыг Белл модем, ITU-T модем, 56К модем гэж ангилна. Шугамын урт нь ихсэх тутам дохионы унтралт, гажуудал нэмэгдэж, өгөгдөл дамжуулах хурд буурдаг. Дохионы алдааг хянадаггүй. 15-30 км зайд дээрх модемууд нь шуугиан дарах, коррекцлох төхөөрөмжүүдийг ашигладаггүй учир харьцангуй хямд үнэтэй. Аналог телефон шугамын модемуудыг коммутацлах болон түрээсийн шугаманд хэрэглэнэ.

2. Факс модем : факс дамжуулж, хүлээн авах чадвартай ба бусад факс модем, факсын аппараттай ажиллах боломжтой.
2. ТХШ модем : нэгэн зэрэг аналог яриа, тоон өгөгдлийг дамжуулна.
3. Үүрэн модем: радио модем ч гэдэг. Үүрэн телефоны сүлжээгээр алслагдсан хэрэглэгчийг радио дохио ашиглан холбодог.
4. НҮТС модем : ердийн модем ба НҮТС адаптерыг өөртөө агуулсан байдаг.
5. Кабель модем : кабелийн телевизийн сувгийг ашиглан өгөгдөл дамжууллыг хийх чадвартай. Дамжууллын хурд 10Мбит/с хүрнэ.

2.3.5 Аналог телефон сувгийн модемууд

Белл ба ITU-T модемууд гэсэн хоёр төрлийн аналог хэлхээний стандарт модемын төрлүүд, тэдгээрийн тодорхойломжыг зураг 2.27 ба 2.28-д тус бүр дүрсэлсэн. Анх 1970 онд Америкийн Беллийн цахилгаан холбоо компани Белл серийн стандарт модемуудыг үйлдвэрлэн гаргасан. ОУЦХЗХ-Олон улсын цахилгаан холбооны зөвлөлдөх хорооны аналог сувгийн V серийн модемуудыг ITU-T модемууд гэж стандартаар нэрлэсэн. Беллийн анхны модемын технологитой хамааралтайгаар орчин үед 100 гаруй төрлийн модем практикт нэвтэрсэн.



Зураг 2.27 Белл модемын төрөл, тэдгээрийн тодорхойломжууд

Беллийн үндсэн модемуудын тодорхойломжуудыг зураг 2.27-д нэгтгэж авч үзлээ. Зураг 2.27-оос Белл модемуудын төрөл, дамжууллын хурд, шугамын горим, ажлын давтамжуудыг тодорхойлж болно.

103/113 серийн Белл модемын тодорхойломж: Хоёр утаст коммутацлагддаг телефон хэлхээгээр бүрэн дуплекс горимын (БДД) дамжуулалт хийнэ. Дамжууллын хэлбэр асинхрон горимд зохицдог. Тоон өгөгдлийг давтамж солих модуляциар аналог дохионы хэлбэрт хувиргана. Өгөгдлийн хурд 300 бит/сек байна. Хоёр чиглэлд өгөгдлийг дамжуулдаг учир шууд чиглэлд 1070 Гц давтамж дээр 0 битийг, 1270 Гц

давтамж дээр 1 битийг дамжуулдаг. Буцах чиглэлд 2025 Гц давтамж дээр 0 битийг, 2225 Гц давтамж дээр 1 битийг дамжуулна.

202 серийн Белл модемын тодорхойломж: Хоёр утаст коммутацлагддаг телефон хэлхээгээр хагас дуплекс горимын (ХДД) дамжуулалт хийнэ. Дамжууллын хэлбэр асинхрон зарчимтай. Тоон өгөгдлийг давтамжийн модуляциар аналог дохионд хувиргадаг. Өгөгдлийн хурд 1200 бит/сек. Хагас дуплекс горимын модем учир зөвхөн нэг чиглэлд 1200 Гц давтамж дээр 0 битийг, 2400 Гц давтамж дээр 1 битийг дамжуулдаг. Хоёрдогч хэлхээгээр АСМ (агуурга солих модуляц) хийх замаар 387 Гц давтамж дээр 5 бит/сек хурдаар өгөгдөл дамжуулна. Энэ өгөгдлийн суваг нь алдааны хяналт, урсгалын хяналтын мэдээллүүдийг дамжуулах үүднээс хүлээн авсан төхөөрөмжөөс үүсгүүр төхөөрөмжид нэмэлт мэдээллийн дохиог дамжуулахад зориулагдсан.

212 серийн Белл модемын тодорхойломж: Хоёр утаст коммутацлагддаг телефон хэлхээгээр бүрэн дуплекс горимын дамжуулалт хийнэ. Хоёр өөр хурдаар өгөгдөл дамжуулна. Нам хурд 300 бит/сек, 103/113 серийн модемтой адилхан асинхрон горимоор ДСМ хийж, өгөгдлийг дамжуулдаг. 1200 бит/сек хурдаар тоон дохиог 4-ФСМ хийж, өгөгдлийг асинхрон ба синхрон горимд дамжуулна.

202 серийн модемтой адил 1200 бит/сек хурдаар нэг чиглэлд хоёр өөр давтамжаар хоёр өөр битийг дамжуулна. 4 фазын шилжилттэй. Фазын шилжилт бүрд хоёр битийг үүсгэдэг.

201 серийн Белл модемын тодорхойломж: Хоёр утаст коммутацлагддаг телефон хэлхээгээр хагас дуплекс горимын дамжуулалт хийнэ. Мөн дөрвөн утаст коммутацлагддаг телефон хэлхээгээр бүрэн дуплекс горимын дамжуулалт хийнэ. Хоёр утас шугамын нийт давтамжийн зурвас нь дамжууллын нэг чиглэлд түрээслэгддэг. Дөрвөн утаст хэлхээний хувьд хоёр тусдаа шугамаар хоёр чиглэлд өгөгдлийг дамжуулна. Дөрвөн утаст шугамын төгсгөлд нэг модемын төхөөрөмжийг хэрэглэдэг онцлогтой.

Синхрон дамжууллын горимд 4-ФСМ хэрэглэнэ. Шугамын нэг хос хэлхээгээр зөвхөн нэг давтамж ашиглах боломжтой. Дамжууллын хоёр чиглэлд хоёр салангид хэлхээ үүснэ. Өгөгдлийн хурд хэлхээ тус бүрд 2400 бит/сек (1200 бод).

208 серийн Белл модемын тодорхойломж: Дөрвөн утаст коммутацлалгүй түрээсийн телефон хэлхээгээр бүрэн дуплекс горимоор дамжуулалт хийнэ. Дамжууллын горим синхрон. 8-ФСМ хийнэ. 201-тэй адил дөрвөн утаст хэлхээний хувьд хоёр тусдаа шугамаар хоёр чиглэлд өгөгдлийг дамжуулна. Дөрвөн утаст шугамын төгсгөлд нэг

модемын төхөөрөмжийг хэрэглэдэг онцлогтой. Модуляцын зарчим ялгаатай, 8 ялгаатай фазын шилжүүлгээр тоон өгөгдлийг аналог хэлбэрт хувиргана. 1600 бод хурдтай. Бит хурд нь 4800 бит/сек. Нэг фазаар 3 бит үүсгэх учир бит хурд нь бод хурдаас 3 дахин их болно.

209 серийн Белл модемын тодорхойломж: Дөрвөн утаст коммутациалгүй түрээсийн телефон хэлхээгээр бүрэн дуплекс горимоор дамжуулал хийнэ. Дамжууллын горим синхрон. 16-КАМ хийнэ. 201-тэй адил дөрвөн утаст хэлхээний хувьд хоёр тусдаа шугамаар хоёр чиглэлд өгөгдлийг дамжуулна. Дөрвөн утаст шугамын төгсгөлд нэг модемын төхөөрөмжийг хэрэглэдэг онцлогтой. Модуляцын зарчим ялгаатай, 16 ялгаатай фазын шилжүүлгээр тоон өгөгдлийг аналог хэлбэрт хувиргана. Дамжууллын хурд 9600 бит/сек.

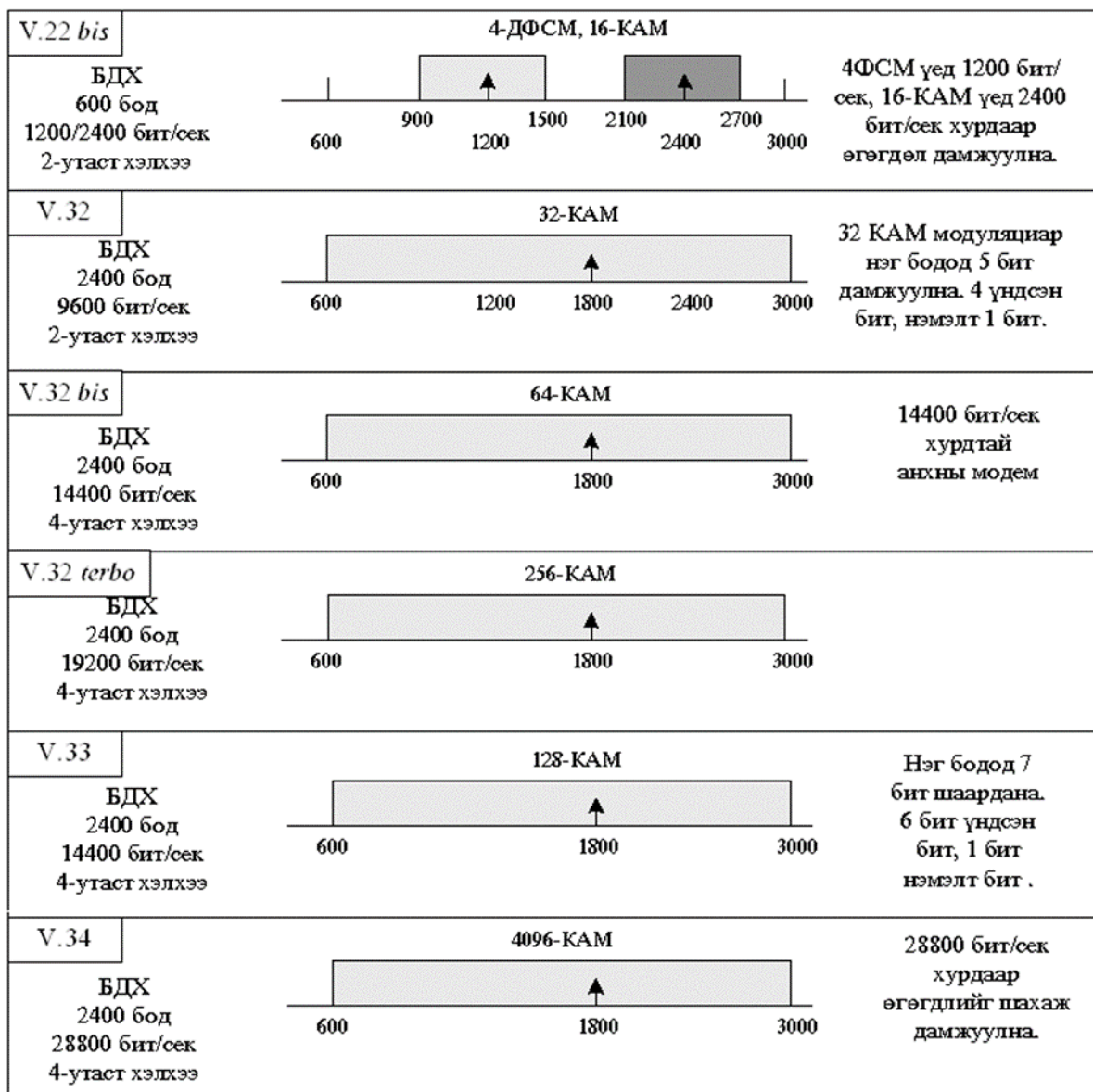
ITU-T стандартын модемууд: Өнөө үед ихэнх тохиолдолд ITU-T серийн модемуудыг хэрэглэх болж байна. ITU-T стандарт модемуудыг Белл серийн модемтой төстэй ба ялгаатай технологитой гэсэн хоёр бүлэгт хуваагддаг. ITU-T модемууд дамжуулах хурдаараа Белл модемуудаас илүү. Хүснэгт 2.7-д Беллийн модемтой төстэй ITU-T стандарт модемуудыг Беллийн модемын төстэй төрлүүдтэй нь харьцуулан авч үзлээ. Хүснэгтэд үзүүлснээр ITU-T V.21, V.22, V.23, V.26, V.27, V.29 стандарт модемуудыг Белл модемуудын төрлүүдтэй харгалзан төстэй тодорхойломжтой модем гэж нэрлэнэ. Жишээлбэл, ITU-T-ын V.27 стандарт модем нь Беллийн 208 серийн модемтой адил 1600 бод, 4800 бит/сек хурдтай. 16-КАМ -аар тоон дохиог модуляцлана.

ITU-T ба Белл модемийн харьцуулалт

Хүснэгт 2.7

ITU-T серийн модемууд	Белл серийн модемууд	Бод хурд	Бит хурд	Модуляцын төрөл
V.21	103	300	300	ДСМ
V.22	212	600	1200	4-ФСМ
V.23	202	1200	1200	ДСМ
V.26	201	1200	2400	4-ФСМ
V.27	208	1600	4800	8-ФСМ
V.29	209	2400	9600	16-КАМ

ITU-T стандарт модемуудыг тодорхойломжоор хүснэгт 2.7-д үзүүлсэн стандарт модемуудаас гадна Беллийн модемоос ялгаатай технологитой ITU-T модемуудын тодорхойломжуудаар нь нэгтгэж, зураг 2.28 -д зурлаа.



Зураг 2.28 ITU-T модемуудын тодорхойломжууд

V.22* серийн ITU-T модемын тодорхойломж: V.22* серийн модем нь V.22 модемын дараагийн хувилбар. 1200бит/с, 2400 бит/с гэсэн хоёр өөр хурдаар өгөгдөл дамжуулна. Сүлжээний бусад төгсгөлийн DCE-ын хурднаас хамаарч хурд нь сонгогддог. Хэрэв 2400 бит/сек хурдтай модемоос өгөгдөл хүлээн авч байвал 2400 бит/сек хурдтай ажиллана. 1200 бит/сек хурдны тохиолдолд 4-ДФСМ модуляц хийж, өгөгдлийг 600 бод

хурдаар дамжуулна. 2400 бит/сек хурдны тохиолдолд 16-КАМ хийж, 1200 бит/сек хурдаар өгөгдлийг дамжуулдаг.

V.32 серийн ITU-T модемын тодорхойломж: V.22 серийн ба V.29 модемын дараагийн хувилбар. 32-КАМ хийж, 2400 бод хурдаар өгөгдлийг дамжуулна. 32-КАМ ашигласан учраас бит хурд нь $4 \times 2400 = 9600$ бит/сек. Хоёр утаст коммутацлагддаг сувгийн модем. Гол онцлог нь цуурай дарах горимтой.

V.32* серийн ITU-T модемын тодорхойломж: V.22* серийн ба V.29 модемын дараагийн хувилбар. 64-КАМ хийж, 2400 бод хурдаар өгөгдлийг дамжуулна. 64-КАМ ашигласан учраас бит хурд нь $6 \times 2400 = 14400$ бит/сек. Нэг бодод зургаан бит хувиарлагдана. Хоёр утаст коммутацлагддаг сувгийн модем. Гол онцлог нь цуурай дарах псевдо-дуплекс горимоор өгөгдлийг дамжуулна.

V.32* серийн ITU-T модемын тодорхойломж:** V.32* серийн модем, V.29 модемын гурав дахь хувилбар. 256-КАМ хийж, 2400 бод хурдаар өгөгдлийг дамжуулна. Бит хурд нь 19200 бит/сек.

V.33 серийн ITU-T модемын тодорхойломж: V.32 модемын дараагийн хувилбар. 128-КАМ хийж, 2400 бод хурдаар өгөгдлийг дамжуулна. Бит хурд нь $6 \times 2400 = 14400$ бит/сек.

V.34 серийн ITU-T модемын тодорхойломж: V.34 серийн модемын хурд 28800 бит/сек, 33600 бит/сек. Уг модемоор өгөгдлийг шахаж дамжуулдаг. Энэ нь өгөгдлийн хурдыг хоёр, гурав дахин ихэсгэх боломжтой болсон.

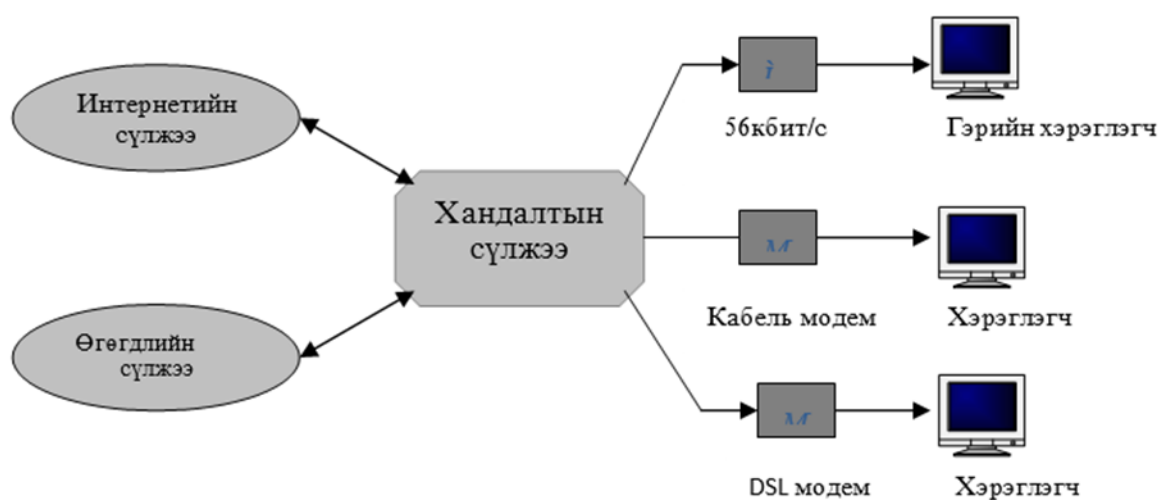
V.42 серийн ITU-T модемын тодорхойломж: V.42 серийн модемыг V.42 стандарт гэж нэрлэсэн. Яагаад гэвэл ITU-T-ээс V.42 модемд зориулагдсан шугамын хандалтын протоколын стандарт юм. Уг модем бүрэн дуплекс горимоор өгөгдөл дамжуулах LARM протоколтой.

LARM протокол нь өгөгдлийн сүлжээний дамжууллын фрейм HDLC протоколын нэг төрөл. Уг протоколын онцлог нь DCE буюу модемоор өгөгдлийн битийн алдааг засварлах боломжийг бий болгосон анхны протокол юм. Иймд V.42 модемыг анхны алдаа засах модем гэж нэрлэдэг. Бүлэг 4-т HDLC протоколын тухай тодорхой үзнэ .

V.42* серийн ITU-T модемын тодорхойломж: V.42 серийн модемын хоёр дахь хувилбар. Яагаад гэвэл ITU-T-ээс уг модемд зориулагдсан шугамын хандалтын протоколын стандартыг баталж, уг модемоор өгөгдөл дамжуулах зарчмыг LARM протокол гэж нэрлэсэн. V.42 серийн модемоос ялгагдах сайн тал нь өгөгдлийн

фреймийн алдааг засварлахаас гадна өгөгдлийг 4-5 дахин шахдаг учир зурвасын өргөнийг ихэсгэхгүйгээр өгөгдлийг өндөр хурдаар дамжуулах боломжтой.

56К модем: Клауд Шенноны онолоор дээрх модемуудын хурдны дээд хязгаар 33600 бит/сек гэж тооцдог. Белл ба ITU-T стандарт модемуудыг аналог хэлхээний модемууд гэж нэрлэнэ. Яагаад гэвэл 33.6 Кбит/сек хүртэл хурдаар өгөгдлийг хоёр чиглэлд дамжуулах боломжтой. Сүлжээний Интернетийн хэрэглэгч нь цахилгаан холбооны сүлжээгээр өгөгдөл дамжуулах үед ихэвчлэн хэрэглэнэ. ИҮҮ-ээс гэрийн компьютерийн чиглэлд буюу шууд урсгалын хурд хамгийн их бөгөөд 56 Кбит/сек, харин буцах урсгалын хурд 33.6 Кбит/сек. Ийм учир 56 К модемыг тэгш хэмт бус хурдны модем гэж үзнэ. 56К модемын мэдээлэл дамжуулах хурд хангалттай биш. 56К модемоор шугамын зурвасыг бүрэн ашиглахгүй, мөн өгөгдлийн шахалт хийдэггүй.



Зураг 2.29 Өндөр хурдтай өгөгдлийн сүлжээний модемын төрлүүд

Дээрх аналог модемуудаас гадна тоон сувгийн өндөр хурдны тоон хэрэглэгчийн шугам (ТХШ) -ын модемыг практикт ашиглах боллоо. Өндөр хурдаар кодлох процесс ашигласнаар, тоон хэрэглэгчийн шугамын технологийг хэрэгжүүлж чадсан. Өндөр хурдтай өгөгдлийн сүлжээний модемуудын холболтын схемийг зураг 2.29-д дүрсэлсэн.

Модемын дамжуулын стандартууд

Модемын дамжууллын үндсэн протоколуудыг авч үзье.

Ерөнхий тохиолдолд өгөгдлийн сувгийн протоколыг асинхрон ба синхрон протокол гэж 2 ангилна.

Асинхрон протоколоор тоон өгөгдлийг ASCII кодод хувиргах, асинхрон дамжууллын зарчмыг тодорхойлно. Модемын дамжуулалд ихэвчлэн ашиглагдана.

Асинхрон протоколын зарчим нь тэмдэгтүүдийн хооронд хугацааны завсарлагатайгаар нэгж тэмдэгтийг эхлэл бит, төгсгөл битээр хязгаарлан дамжуулна.

Сүүлийн 10-аад жилийн хугацаанд асинхрон протоколыг өргөн хэрэглэх болсон. Нэгдсэн сүлжээний **XMODEM, YMODEM, ZMODEM, BLAST, KERMIT** гэх мэт асинхрон протоколууд байна. Модемын протоколууд гэж нэрлэгдэнэ.

XMODEM

1979 онд эрдэмтэн В.Кристиан компьютер ба телефон хэлхээний хоорондын файл дамжуулах протоколыг бий болгосон. Энэ протоколыг XMODEM гэж нэрлэсэн. XMODEM протокол нь хагас дуплекс дамжууллын горимд, зогсолт-хүлээлт урсгалын хяналтын ARQ протоколын зарчмаар өгөгдлийг дамжуулах арга юм.

Уг протоколын нэг фрейм нь тогтмол 137 байт ба алдаа илрүүлэх CRC-16 байтуудын талбараас тогтоно. Өөрөөр хэлбэл компьютерийн тоон өгөгдлийн цувааг телефон хэлхээгээр 128 байтаар тасалдуулж дамжуулна. Энэ 128 байт өгөгдлийн цуваанд SON байт ,толгойн 2 байт, CRC байтуудыг нэмэх замаар нэг *фреймийг* үүсгэдэг зарчимтай.

SON	2 байт толгойн тэмдэгт	128 байт өгөгдлийн тэмдэгт	Алдаа илрүүлэх 16- <u>CRC</u> <u>талбарын</u> битүүд
-----	---------------------------	-------------------------------	---------------------------------------------------------

- SON байт- толгойн тэмдэгтийн эхлэлийг заана.

- Толгойн 2 байт- эхний нэг байт нь хэд дэх өгөгдлийн фрейм болохыг илэрхийлэх фреймийн дарааллын дугаар, хоёрдахь байт нь дарааллын дугаарыг тоолох үүрэгтэй.

- Өгөгдлийн байтуудын талбар- хоёртын тооллын ASCII ба Булийн кодын хэлбэрт байх тоон өгөгдөл байна.

- CRC -зөвхөн өгөгдлийн битүүдийн цуваанд циклээр нэмэгддэг загвар битүүд болох алдааг илрүүлэх үүрэгтэй алдаа хяналтын байт юм.

Энэ протоколоор дээрх фрейм хэлбэржинэ.

Хүлээн авуураас үүсгүүрийн чиглэлд бататгал ACK фреймийг дамжуулснаар фрейм дамжуулалт эхэлнэ. Үүсгүүр фрейм илгээх хугацааны агшин бүрд дараагийн фрейм дамжигдаж чадахаас өмнө ACK фреймийг хүлээх зарчимтай. Хэрэв ACK-ын

NACK хүлээн авагдвал өмнөх фрейм дахин дамжигдана. Хэрэв тодорхой хугацааны дотор хариу дохио хүлээн авагдахгүй бол уг фрейм дахин дамжуулагдана. NACK, ACK-аас гадна CAN (дохиог дахин эхлүүлэх) фреймийг үүсгүүр хүлээн авснаар дамжуулалт үр дүнгүй болно.

YMODEM

YMODEM протокол XMODEM протоколтой маш төстэй. Дараах ялгаатай онцлог талуудтай.

- Фреймийн өгөгдлийн талбар 1024 байтаас бүрдэнэ.
- Хоёр CAN фрейм дамжигдсанаар дамжуулалт үр дүнгүй болно.
- ITU-T-ээс алдаа илрүүлэх CRC-16 талбарыг стандарттай.
- Нэгэн зэрэг олон файлыг илгээх боломжтой.

ZMODEM нь YMODEM, XMODEM хоёрын онцлогуудыг хангасан сүүлийн үеийн протокол юм.

BLAST протокол нь блок өгөгдлийн асинхрон дамжууллын протокол бөгөөд бүрэн дуплекс дамжууллын горимын протокол гэнэ. Шилжих цонхтой урсгалын хяналтын зарчмаар өгөгдлийн блокыг асинхрон хэлбэрт дамжуулна.

KERMIT протокол нь Колумбийн Их сургуулиар анх үүсгэгдсэн. Практикт хамгийн өргөн хэрэглэгдэж байгаа асинхрон протокол юм.

Үүсгүүр өгөгдлийн дамжуулалт эхлэхээс өмнө хүлээн авах хэсгээс ACK фреймийг хүлээн авдаг. XMODEM протоколтой адилхан зарчимтай. Файл дамжуулах протокол юм. Кермитийн гол зарчим хяналтын тэмдэгтүүдийг текст шиг хоёр шатлалаар дамжуулна. Текст шиг хяналтын тэмдэгт ASCII кодын бүтцэд тодорхой тоонуудыг нэмж, хэвлэх тэмдэгтийг үүсгэнэ.

Синхрон протоколыг тэмдэгт хандалттай , бит хандалттай протокол гэж 2 ангилна. Зураг 3.1а-д үзүүлсэн.

Тэмдэгт хандалттай протоколоор өгөгдлийг тэмдэгтүүдийн цуваагаар, бит хандалттай протоколоор өгөгдлийг багцлагдсан битүүдийн цуваа хэлбэрээр дамжуулдаг.

Орчин үеийн өгөгдлийн системийн дамжууллыг бит хандалттай протоколоор



Зураг 3.1 а. Синхрон протоколын ангилал ,
б. Тэмдэгт хандалттай BISYNC протоколын төрөл

Бит хандалттай протоколыг 3 ангилна.

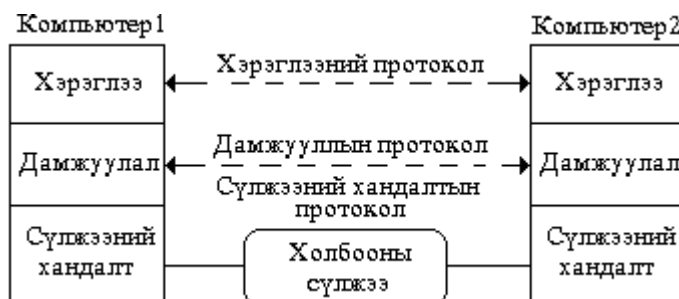
- Өгөгдлийн сувгийн синхрон дамжууллын протокол (Synchronous Data Link Control, SDLC)
- Өндөр түвшний өгөгдлийн сувгийн протокол (High Data Link Control, HDLC)
- Шугамын хандалттай протоколууд (Link Access Procedure, LAPs)

Бит хандалттай протоколын онцлог нь богино фреймээр илүү олон өгөгдлийн битүүдийг зөөдөг. Мөн тэмдэгт хандалттай протоколтой харьцуулахад өгөгдлийн шилжүүлгийн (*data transparency*) процессоос зайлсхийж чадсан зэрэг сайн талуудтай. Тэмдэгт хандалттай протоколын горимын үед өгөгдлийн битүүд ба хяналтын битүүдийн хооронд битүүдийн комбинац үүсдэг. Жишээлбэл өгөгдлийн битүүдийн цуваанд санамсаргүйгээр хяналтын тэмдэгтийн кодыг комбинац үүсэх процесс хамаарагдана. Үүнийг өгөгдлийн шилжүүлэг (*data transparency*) гэж нэрлэнэ.

Компьютерийн локаль сүлжээ, глобаль сүлжээ, Интернэтийн сүлжээ зэрэг сүүлийн үеийн өндөр хурдтай өгөгдлийн системүүдийн дамжууллын фреймээр бит хандалттай протокол бүхий фреймүүдийг ашигладаг. Сүлжээний төрлөөс хамаараад бит хандалтат фреймүүд дотроо олон төстэй төрөлд хуваагддаг.

Бит хандалттай протоколын HDLC, LAPs, SDLC фреймүүдийг бүлэг 4-т тодорхой авч үзсэн. Багц холболттой сүлжээний дамжуулал бит хандалттай протоколоор хэрэгжинэ.

Протокол нь сүлжээгээр холбогдож буй төгсгөлийн терминалууд, компьютерийн хоорондох харилцан ажиллах өндөр чадварыг хангахад чиглэгддэг. Жишээлбэл файл дамжуулалтанд зориулагдсан протоколын бүтцийг авч үзье. Файл дамжуулал дараах 3 модулиар үүсгэгдэнэ.



Зураг 3.2 Сүлжээний протоколын хэрэглээ

- Файл дамжуулах хэрэглээний модуль
- Холболтын үйлчилгээний модуль
- Сүлжээний хандалтын модуль

Хэрэглээний төрлүүд, дамжууллын аргууд, сүлжээний хандалтын аргууд нь өөр өөрийн стандарт протоколтой болохыг зураг 3.2-д үзүүлсэн.

Зурагт үзүүлснээр сүлжээний терминалуудын хоёр модуль нь системээр файл ба командуудыг харилцан солилцохоор зохион байгуулагдсан байна. Файл дамжуулах модулиуд терминал тус бүрийн холбооны үйлчилгээний модультай холбогдоно.

Системүүдийн хооронд файл, өгөгдөл, командууд дамжуулна.

Сүлжээний интерфейс холбооны үйлчилгээний модультай холбогдоно. Энэ холболт нь сүлжээний хандалтын модулиар тасралтгүй холболтыг үүсгэн, өгөгдөл мэдээллүүдийг дамжуулах шууд горимд шилжүүлнэ.

Файл дамжуулах модуль нь сүлжээний паспорт, файл командууд, файлын хүсэлт гэх мэт файл дамжуулах хэрэглээнүүдийн логик холболтыг хангана.

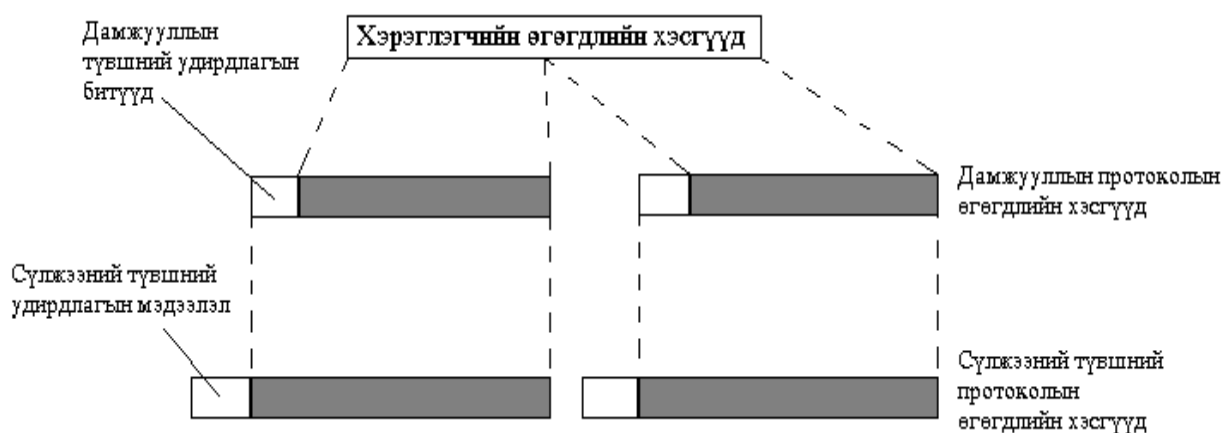
Цахим шуудан, документ мэдээллийн дамжуулал гэх мэт файлын өөр өөр бүтэцтэй байдгаас ялгаатай холбооны модулиудыг хэрэглэдэг.

Холбооны үйлчилгээний модулиуд нь хоёр компьютерийн системийн өгөгдөл дамжуулал, нэгэнт тогтчихсон холболтын замын үл тасрах байдлыг хангаж ажиллах үүрэгтэй.

Энэ нь холбооны сүлжээний төрлөөс хамаарахгүй, хэрэв сүлжээ өөрчлөгдвөл зөвхөн сүлжээний хандалтын модулийн блок өөрчлөгдөнө. Иймээс холбооны гүйцэтгэлд

зөвхөн ганц модуль ашигласнаас холбооны үйлчилгээний чиглэлүүдээр хамааралтай хэд хэдэн модулиуд ашиглах нь илүү тохиромжтой. Үүнээс үндэслээд энэ салангид бүтэц нь протоколын *нэгдмэл бүтцийг* үүсгэсэн.

Зурагт үзүүлсэн өгөгдөл дамжууллын хэлбэр нь холбооны хамгийн энгийн протоколын дамжуулалд хамаарагдана. Нэгдсэн сүлжээнүүдийн хувьд илүү нарийн бүтэцтэй TCP/IP, OSI гэх мэтийн протоколуудыг ашигладаг. Өгөгдлийн сүлжээний TCP/IP протоколын бүрэлдэхүүнд сүүлийн үед олон протоколууд нэмэгдсээр байна. Сүлжээний хэрэглээний олон төрлүүд шинээр үүсэхийн хэмжээгээр TCP/IP, OSI-протоколын бүрэлдэхүүнд нэмэлт олон протоколуудыг шинээр нэмдэг.



Зураг 3.3 Дамжууллын протоколын өгөгдлийн хэсэг (PDU)

Зураг 3.3-д үзүүлснээр сүлжээнд холбогдсон компьютерийн өгөгдөл дамжуулал нь сүлжээний ба дамжууллын түвшинд программ хангамжуудын нэгж протоколуудаар гүйцэтгэгдэнэ. Амжилттай холболт тогтооход системийн компьютер бүр нь цорын ганц сүлжээний хаягтай байна.

Сүлжээгээр дамжих өгөгдлийн блок мэдээлэл нь дамжууллын түвшинд уг өгөгдлийн блок бүр нь хоёр жижиг блокод хуваагдсан байгааг зураг 3.3-д жишээгээр тайлбарлъя. Энэ бага хэмжээтэй блок бүр хяналтын мэдээлэл ч гэж нэрлэгдэх толгой битүүдийг дамжууллын түвшинд өөртөө нэгтгэсэн.

Сүлжээний протоколын үндсэн ойлголт

Аливаа нийгмийн харилцааг хуулиар зохицуулдаг. Үүнтэй зарчим адил ямар ч сүлжээний мэдээлэл дамжууллын зарчмыг протоколоор зохицуулна. Өгөгдлийн

сүлжээний өгөгдөл дамжуулал ба алдаа хяналтыг хангах зарчмуудыг программ хангамжийн гүйцэтгэлээр хэрэгжүүлэх дүрмүүдийн нэгтгэлийг протокол гэнэ.

Протокол нь фреймийн синхрончлол, урсгалын хяналт, алдааны хяналт, хаяглалт, нэг хэлхээний хяналт ба өгөгдлийн шугамын удирдлага зэрэг дамжууллын шаардлагуудыг хангахаар зохиогддог. Өгөгдлийн сувгийн түвшингээс дээш 5 түвшинд протокол хэрэгжинэ.

Ерөнхий тохиолдолд протоколыг өгөгдөл дамжуулах зарчмын ба өгөгдлийн боловсруулалтын гэсэн хоёр бүлэгт ангилж үздэг.

Өгөгдөл дамжууллын шаардлагуудыг хангах үүднээс тодорхой чиглэлийн протоколуудыг сүлжээнд стандартлан, тэдгээр стандарт протоколын зарчмаар дамжууллыг гүйцэтгэдэг. Энэ бүлэгт дараах дамжууллын зарчмыг хэрэгжүүлэх протоколуудын зарчмыг авч үзнэ.

1. Өгөгдлийг сүлжээгээр дамжуулахдаа багцын фрейм гэж нэрлэгдэх тодорой бүтцээр хэлбэржүүлж, дамжуулна.
2. Тодорхой бүтцээр хэлбэржсэн өгөгдлийг ARQ протоколын зарчмын дагуу сүлжээгээр нарийн дарааллаар солилцоно.
3. Хэлбэржсэн өгөгдлийн жишээлбэл фреймийн бит алдаануудыг алдааны хяналтын протоколын гүйцэтгэлээр тодорхойлогдох VRC (Vertical Redundancy Check), LRC (Longitudinal Redundancy Check), CRC (Cyclic Redundancy Check) аргуудаар зайлшгүй засна.
4. Хяналтын битүүд ба өгөгдлийн битүүдийн дамжууллын салангид шугам байх шаардлаггүй. Хүлээн авах төхөөрөмж нь өгөгдлийн фреймээс хяналтын мэдээллийг ялгаж таних техниктэй.

Бүлэг 5-д энэ бүлэгт авч үзэх өгөгдөл дамжууллын зарчмын протоколоос гадна өгөгдөл дамжуулах үйл явцыг зохицуулах үүрэгтэй OSI, TCP/IP, X.25 гэх мэт сүлжээний протоколуудыг авч үзнэ. Эдгээр протоколуудаар үүсгүүрийн өгөгдлийг түвшинт зарчмаар шат дараалан хэлбэржүүлж, сүлжээгээр дамжуулж, хүлээн авах зарчмуудыг тодорхойлдог.

3.1.1 Сүлжээний стандарт протокол

Нийт сүлжээний болон компьютерийн төхөөрөмжийг үйлдвэрлэгчид нь хэрэглэгчийн шаардлага хангасан, сүүлийн үеийн техник технологитэй зохицсон, эрэлт хэрэгцээ ихтэй бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх зорилготой. Олон үйлдвэрийн

бүтээгдэхүүнүүд өөр хоорондоо зохицдоггүй, өөр өөрсдийн технологийн онцлог ялгаатайгаас тоног төхөөрөмжийн болон программ хангамжийн боловсруулалт хийхэд үл зохицох байдал үүснэ. Ийм учир ялгаатай технологитой тоног төхөөрөмж болон программ хангамжийн өөр хоорондын зохицон ажиллах нөхцөлийг хангах үүднээс сүлжээний стандарт протоколыг үүсгэсэн.

Стандарт протоколыг хэрэглээгээр *de jure, de facto* гэсэн хоёр төрөлд хуваана.

1. *De jure* гэдэг нь урьдчилан төлөвлөгөөгүй үүссэн стандарт гэсэн үг. Хэн нэгэн хувь хүнээр үүсгэгдсэн протоколын үндсэн дээр үүссэн. Хуулийн зарчмаар албан ёсны байгууллагаар зөвлөмжлөгдөөгүй боловч *de facto* стандарт шиг өргөн хүрээний хэрэглээнд орж чадсан стандарт юм. Жишээлбэл хэн нэг программ зохиогчын зохиосон компьютерийн программ нь стандарт үйлдлийн системийн программуудтай тохирсон программ болсон бол *de jure* стандартад хамаарна. Энэ программыг стандартлаагүй ч нийтээр хэрэглэх боломжтой. Мөн үсгийн төрлүүдийн стандарт бичлэгүүдийг нэрлэж болно.
2. *De facto* гэдэг нь баримтаар, яриа хэлэлцээрээр гэсэн утгатай үг. Энэ төрлийн стандартуудыг пүүс, үйлдвэрийн өмчийн стандарт, ямар нэг бүрэн эрхт стандартын байгууллагаар хүлээн зөвшөөрсөн стандарт гэсэн хоёр төрөлд ангилна. Практик хэрэглээнээс үүссэн эхний үйлдвэрийн стандартыг хаалттай стандарт гэж нэрлэнэ. Олон төрлийн үйлдвэрлэгчдийн системүүдийн хооронд холбоог үүсгэхэд хаалттай. Харин стандартын байгууллага, хороогоор олон улсын хэмжээнд зөвлөмжлөгдсөн стандартуудыг нээлттэй стандарт гэж нэрлэнэ. Энэ стандартын жишээ бол (ISO)-аас гаргасан OSI, TCP/IP гэх мэт бүх л мэдээллийн сүлжээний ихэнх стандартуудыг нэрлэж болно. Нээлттэй стандартуудаар ялгаатай системүүдийн хооронд холбоог үүсгэхэд хэрэглэх боломжтой.

Стандартыг үүсгэснээр :

- Сүлжээний тоног төхөөрөмж ба программ хангамжийг худалдааны өргөн зах зээлтэй холбоно.
- Бүх төрлийн сүлжээнд зохицсон, өөр хоорондоо зохицон ажиллах олон үйлдвэрийн тоног төхөөрөмж, хэрэгслийг практикт нэвтрүүлнэ.

Стандартыг үүсгэснээр технологийн хөгжлийг зогсоох ашиггүй талтай ч хугацааны явцад үр ашигтай нэгдсэн технологийг хэрэглэх боломжтой.

Дэлхий нийтийн бие даасан байгууллага болох ISO сүлжээний бүх чиглэлийн *de facto* стандартуудыг боловсруулж, дэлхий нийтийн сүлжээнд нэвтрүүлдэг.

Стандарт протоколын хэрэглээг энгийнээр тайлбарлавал англи хэлний мэдлэгтэй хятад, орос хоёр хүн англи хэлээр харилцан ойлголцоно. Энэ жишээнд хоёр хүний харилцааны *стандарт протокол* нь англи хэл гэж болно.

Протоколуудыг а. Хэрэглээний чиглэлийн протоколууд

б. Системийн чиглэлийн протоколууд гэсэн 2 чиглэлээр хөгжүүлдэг.

Хэрэглээний протоколуудын төрөлд:

1. Хэрэглэгчийн хэрэглээний программуудын ажиллагааны протокол (*User Application Protocol, UAP*)
2. Файл мэдээлэл дамжуулах ажиллагааны протокол (*File Transport Protocol, FTP*)
3. Цахим шуудангийн мэдээлэл дамжуулах протокол (*Simple Mail Transfer Protocol, SMTP*) гэх мэт хэрэглэгчийн үйлдлээр үүсгэгдэх үйл явцаар зохицуулагдах протоколууд хамаарна.

Системийн чиглэлийн протоколуудын төрөлд сүлжээний тоног төхөөрөмжүүдийн техник хангамжийн ажиллагааг зохицуулах протоколууд хамаарагдана.

Хэрэглээ нь хэрэглэгчийн хэрэгцээ, хэрэгцээнд үндэслэгдсэн үйлдлээр үүсгэгдэх процессоор тодорхойлогдоно.

Аливаа систем нь нэг ба түүнээс дээш хэрэглээний протоколуудаас бүрдэх бодит орчноор тодорхойлогдоно.

Эндээс үндэслээд протоколууд нь бүхэлдээ өгөгдөл дамжуулал ба төхөөрөмжийн ажиллагааны зохицуулалтын үүргээр ашиглагдана.

Протокол нь өгөгдлийн сүлжээний системүүдийн холболтонд ашиглагдахдаа ямар холболт байх вэ, яаж холбох вэ, хэзээ холбох вэ гэдэг асуудлуудыг тодорхойно. Иймийн тулд протоколын дээрх элементүүд синтакс, семантикс, хугацааны синхрон ажиллагааг тодорхойлно.

а. Форматаар тодорхойлогдох өгөгдлийн бүтцийг синтакс бүтэц гэнэ. Жишээлбэл, энгийн протоколоор өгөгдлийн цувааг эхний 8 битээр үүсгүүрийн хаяг, дараагийн 8 битээр хүлээн авуурын хаяг, үлдсэн битүүд өгөгдөл байхаар хэсгүүдэд хуваан синтакс бүтцийг үүсгэж болно.

б. Дээрх синтакс бүтцийн хэсэг бүрийн утга санааг симатикс бүтцээр тодорхойно. Жишээлбэл өгөгдлийн багцын битүүдийн эхний хаягийн хэсгийн

битүүдээр замчлалын төхөөрөмжийн хаяг эсвэл төгсгөлийн төхөөрөмжийн хаягийг илэрхийлэх үү гэдгийг тодорхойлох нарийвчилсан бүтцийг симантикс бүтцээр тодорхойно.

в. Синхрон ажиллагааг тодорхойлох протоколын элемент өгөгдөл хэзээ илгээгдэх, ямар хурдтай илгээгдэхийг тодорхойлно. Жишээлбэл, үүсгүүр 100 Мбит/сек хурдтай өгөгдлийг үүсгэсэн. Гэтэл хүлээн авуур зөвхөн 1 Мбит/сек хурдаар ажиллана. Өгөгдлийн шууд дамжууллын үед хүлээн авуурыг хэт ачаалалд оруулах ба өгөгдөл их хэмжээгээр алдагдах боломжтой.

Аливаа сүлжээний мэдээлэл боловсруулах зарчим, дамжууллын технологи, алдааны илрүүлэх ба засварлах техник, нэвтрүүлэх ба хүлээн авах хэсгийн хоорондын дамжууллын хугацааны синхрон ажиллагаанаас хамаарч протоколууд нь дээрх бүтцийг хангаж, төрөлжин хөгждөг.

Жишээлбэл Интернэт сүлжээний TCP протоколоор сүлжээний холболт тогтолтын зарчмыг тодорхойлоход, IP протоколоор сүлжээнд дэд сүлжээнүүдийн хэрэглэгчдийг эмх замбараатай хаяглах хаягийн зарчмыг нарийн тодорхойлж өгнө.

Хугацааны явцад протоколуудыг сайжруулж, мөн өөр протоколыг орлуулан хэрэглэх боломжтой.

Практикт сүлжээний хэрэглээний олон төрөл үүссэнээс протоколын нэгдмэл бүтцийг үүсгэсэн. Өгөгдөл дамжуулах хэлбэр холбооны хамгийн энгийн протоколын хэрэглээнээс эхлээд нэгдмэл нарийн бүтэцтэй TCP/IP, OSI, ARQ гэх мэт маш олон протоколуудын гүйцэтгэлээр тодорхойлогдоно. Жишээлбэл, Автомат давталтын хүсэлтийн (ARQ -automatic repeat request) протокол гэдэг нь дахин дамжуулагдсан өгөгдлүүдээр ямар алдаа засагдахыг тодорхойлох алдаа хяналтын протокол юм.

Өгөгдлийн систем ба цахилгаан холбооны системийн чиглэлээр стандартуудыг баталдаг маш олон байгууллага, консорциум, хороо, төлөөлөгчийн газрууд ажилладаг. Эдгээрээс дэлхийн хэмжээнд гол стандартуудыг баталдаг дараах байгууллагуудыг авч үздэг.

1. Олон Улсын Стандартчилалын Байгууллага (ISO)
3. Олон Улсын Цахилгаан Холбооны Зөвлөлдөх Хороо-Цахилгаан Холбооны Стандарт тогтоох хэсэг (ITU-T өмнө нь ССИТТ гэж нэрлэгдэж байсан).
4. Америкийн Үндэсний Стандартчилалын Институт (American National standardization Institute, ANSI).
5. Цахилгаан ба Электроникийн Инженерүүдийн Институт (Institute of Electrical and Electronical Engineers, IEEE).

6. Электроникийн Төхөөрөмж Үйлдвэрлэгчдийн Холбоо (Electronics Industries Association, EIA).
7. Телекордиа (Telecordia) байгууллагууд зэрэг болно .

Ашигласан материал

1. Tuyatsetseg badarch, "Fundamentals of Computer networks" , Third edition, 2016. Ulaanbaatar, Mongolia.
2. "Computer Networks: A Top-Down Approach," J. F. Kurose and K. W. Ross, 7th Edition, Addison-Wesley, 2017, ISBN: 9780133594140 or 9780134296135.
3. Behrouz A. Forouzan "Data communications and Networking ", 2 edition, McGraw-Hill, 2013, ISBN 7-302-04378-7.