REFERITOR LA STUDIUL TOPOLOGIILOR DE REȚEA

Mitrofan CIOBANU, academician, dr. hab., prof. univ.
Dorin PAVEL, dr., conf. univ. interimar
Universitatea de Stat din Tiraspol

Abstract. Topology allows one to naturally build a bridge between the discrete and the continuous. Any topology is generated by some family of pseudo-quasimetrics. In particular, the topology of a finite space is generate by some quasimetric. The results of this article contribute to study *the networks from a topological point of view*. We have also contributed to some topological aspect of quasi-metric spaces.

Rezumat. Topologia permite să se construiască în mod natural o punte de legătură între discret și continuu. Orice topologie este generată de o familie de pseudo-quasimetrici. În special, topologia unui spațiu finit este generată de o quasimetrică. Rezultatele acestui articol contribuie la studierea rețelelor din punct de vedere topologic. Contribuim, de asemenea, la un anumit aspect topologic al spațiilor quasimetrice.

1. Introducere

Fie X un T_0-spațiu finit. Pentru orice punct x din X notăm cu $Q(x)$ intersecția tuturor mulțimilor deschise ce conțin punctul dat x. Mulțimea $Q(x)$ este cea mai mică mulțime deschisă ce conține punctul x. Dacă $y \in Q(x)$, atunci notăm $d(x, Y) = 0$. În caz contrar, considerăm $d(x,y) = 1$. Funcția d este o quasimetrică care generează topologia spațiului finit X. Rețelele sunt obiecte finite. Din această cauză quasimetricele pot fi folosite la studiul topologic al rețelelor și grafurilor. În grafuri arcele pot fi ponderate cu mărimi diferite în diferite direcții. Pentru unele direcții ponderea poate fi egală cu zero. Din această cauză distanța pierde proprietatea de simetrie și face topologia grafului mult mai complicată, dar generată de o quasimetrică și nu de o metrică. Acest fapt se aplică la studiul topologiei rețelelor. Menționăm că quasmetricele și topologia au devenit un instrument de cercetare a diferitor probleme legate de studiul tehnologiilor informaționale [2, 6, 7, 8, 9, 15, 16]. Diverse noțiuni generale pot fi găsite în [1, 3, 11, 12, 15]. Vom folosi terminologia din [6, 9, 17]. În lucrările [4, 5] au fost examinate diverse spații de distanțe. Acest articol este o continuare a cercetărilor din lucrările [4, 5].

2. Spații quasimetrice

Se numește distanță pe mulțimea X o funcție $d\colon X \times X \to X$ cu proprietățile:

(D1) $d(x, y)) \geq 0;$

(D2) $d(x, y) + d(y,x) = 0,$ dacă și numai dacă $x = y$.

În acest caz perechea (X, d) se numește spațiu cu distanță, iar X se numește spațiu.

Fie (X, d) un spațiu cu distanță. Dacă $x \in X$ și numărul $r > 0$, atunci $B(x,r) = \{ y \in X: d(x,y) < r\}$ se numește vecinătatea punctului x de raza r. O submulțime U din X se numește d-deschisă, dacă pentru orice punct $x \in U$ există un număr pozitiv r astfel încât

$B(x,r) \subseteq U$. Totalitatea $T(d)$ a submulțimilor d-deschise formează topologia spațiului cu distanță (X,d) sau topologia generată de distanța d. Această topologie este T_0-topologie. Distanța d se numește quasi-metrică, dacă satisface proprietatea:
(D3) $d(x, y)+ d(y, z) \geq d(x, z)$.

Fie X un spațiu topologic. Șirul $\{x_n \in X: n =1, 2,...\}$ converge către punctul $x \in X$ și notăm $x \in Lim\ x_n$ sau $lim\ x_n = x$, dacă pentru orice vecinătate U a punctului x în X mulțimea $\{x_n : n =1, 2,...\} \setminus U$ este finită. Spațiul X se numește secvențial, dacă submulțimea L nu este închisă în X dacă și numai dacă există un punct $x \in X \setminus L$ și un șir $\{x_n \in L: n =1, 2,...\}$ pentru care $lim\ x_n = x$.

Orice spațiu cu distanță este secvențial. Nu orice spațiu topologic este secvențial. Nu orice spațiu secvențial este spațiu cu topologia generată de o distanță. Nu orice topologie generată de o distanță este generată și de o quasi-metrică. Topologia generată de o quasi-metrică satisface primei axiome a numerabilității. Spațiul numerelor transfinite numărabile în topologia generată de ordinea obișnuită satisface primei axiome a numerabilității și nu este quasi-metrizabil. Topologia spațiului cu prima axiomă a numerabilității este generată de o distanță.

Dacă (X, d) este un spațiu cu distanță, $\{x_n \in X: n =1, 2,...\}$ este un șir și $x \in X$, atunci $lim\ x_n = x$ dacă și numai dacă $lim\ d(x,x_n) = 0$.

Dacă (X, d) este un spațiu cu distanță, atunci $\{x_n \in X: n =1, 2,...\}$ se numește șir fundamental sau șir Cauchy, dacă $lim\ d(x_m,x_n) = 0$. Spațiul cu distanță se numește complet, dacă orice șir fundamental este Cauchy. În spațiul quasi-metric un șir Cauchy poate avea mai multe limite.

Exemplul 2.1. Fie $X = \{a, b, c_n : n =1, 2,...\}$ este o mulțime cu toate elementele indicate diferite. Considerăm $d(a,b) = d(b,a) = d(c_n, a) = d(c_n,b) = 1$, $d(a,c_n) = d(b,c_n) = 2^{-n}$, $d(x,x) = 0$ pentru orice $n = 1, 2,...$ și orice $x \in X$. Atunci d este o quasi-metrică pe X și șirul $\{c_n : n =1, 2,...\}$ nu este fundamental, dar converge către punctele a, b. Deci în spațiul quasi-metric nu orice șir convergent este șir Cauchy și nu orice șir convergent are o unică limită.

S. Nedev pentru orice distanță d a introdus distanța conjugată $d^c(x,y) = d(y,x)$ și distanța simetrică $d^s(x,y) = d(x,y) + d(y,x)$. Sunt adevărate următoarele afirmații.

Propoziția 2.1. Spațiile cu distanță (X, d), (X, d^c), (X, d^s) au aceleași șiruri Cauchy.

Propoziția 2.2. Spațiile cu distanță (X, d), (X, d^c) sunt complete, atunci și numai atunci dacă spațiul (X, d^s) este complet.

Propoziția 2.3. Dacă d este o quasi-metrică, atunci d^s este o metrică.

Aceste afirmații permit de a extinde multe afirmații despre spații metrice (complete) pentru spații quasi-metrice (complete).

Exemplul 2.2. Fie X o mulțime linear ordonată și pentru orice submulțime non-vidă L în X există infinimul $inf(L)$ și supremul $sup(L)$. Notăm $d(x,x) = d(x,y) = 0$ și $d(y,x) = 1$, dacă $x < y$. Atunci (X, d) este un spațiu quasi-metric. Aplicația $f: X \to X$ este continuă dacă și numai dacă ea este isotonă (păstrează ordinea). Deoarece X este o latice completă, din teorema lui Knaster-Tarski rezultă că orice aplicație continuă $f: X \to X$ are puncte fixe și cel mai mic punct fix.

Exemplul 2.3. Fie $X = \{0, n^{-1} : n = 1, 2, ...\}$, $d(n,m) = |n^{-1} - m^{-1}|$, $d(0,0) = 0$, $d(n,0) = 1$ și $d(0,m) = m^{-1}$ pentru orice $n, m > 0$,. Spațiul cu distanță (X, d) este complet și compact, iar spațiile cu distanță (X, d^s), (X, d^c) sunt discrete și nu sunt complete. Spațiile topologice $(X,T(d))$, $(X,T(d^s))$, $(X, T(d^c))$ admit metrici complete.

Exemplul 2.4. Fie $X = \{a, b, 1,2,...\}$ mulțimea numerelor naturale împreună cu două elemente diferite a, b. Considerăm $d(x,x)= 0$, $d(a,b) = d(b,a) = d(n, a) = d(n,b) = 1$, $d(a,n) = d(b,n) = 2^{-n}$ și $d(n,m)= |2^{-n} - 2^{-m}|$ pentru orice $x \in X$ și $n, m \in \{1,2,\ldots\}$. Atunci d este o quasi-metrică pe X și șirul $\{1,2,...\}$ este fundamental care converge către punctele a, b. Spațiul $(X, T(d))$ este compact.

3. Topologia unui graf

Un graf este o pereche ordonată de mulțimi $G = (V, E)$, unde V este o mulțime nevidă și finită de elemente numite nodurile (vârfurile) grafului, iar E este o mulțime de perechi de vârfuri din graf. În cazul grafurilor neorientate, perechile de vârfuri din mulțimea E sunt neordonate și sunt denumite muchii. Perechea neordonată sau ordonată formată din vârfurile x și y se notează (x, y), vârfurile x și y se numesc extremitățile muchiei. Se admite existența a mai multe muchii cu aceleași extremități. Muchia de tipul (x, x) se numește buclă. Dacă există o muchie cu extremitățile x și y, atunci vârfurile x și y sunt adiacente. În cazul grafurilor orientate, perechile de vârfuri din mulțimea E sunt ordonate și sunt numite arce. Perechea ordonată formată din vârfurile x și y se notează (x, y), vârful x se numește extremitatea inițială a arcului, iar vârful y se numește extremitate finală a arcului. Se admite existența a mai multe arce cu aceleași extremități. Fiecare extremitate a unei muchii (sau a unui arc) este considerată incidentă cu muchia (sau arcul) respectiv. Se numește grad al unui vârf x numărul de muchii incidente cu vârful x. Gradul vârfului x se notează cu $gr(x)$. Se numește vârf izolat un vârf care are grad 0. Se numește vârf terminal un vârf cu gradul 1.

Nota 3.1. Bucla (x,x) se consideră muchie dublă deoarece ambele ei capete au același vârf. Deci fiecare buclă (x,x) mărește gradul $gr(x)$ cu două unități.

Se numește *lanț* sau *drum* într-un graf neorientat sau orientat, o secvență de vârfuri $(v_1,v_2, \ldots ,v_k)$, unde vârful v_i este adiacent cu vârful v_{i+1} pentru orice $i < k$. Orice drum poate fi reprezentat și ca o succesiune de arce. Un lanț este *simplu*, dacă el nu conține de mai multe ori aceeași muchie sau arc. Un lanț este *elementar*, dacă el nu conține de mai multe ori același vârf (cu excepția, $v_1 = v_k$). Dacă $v_1 = v_k$, atunci lanțul se numește *închis* sau *contur*. Se numește *ciclu* un lanț simplu închis. Graful ce nu conține cicluri simple se numește *arbore*.

Lanțul (sau ciclul) care conține fiecare muchie a grafului exact o singură dată se numește lanț (sau ciclu) eulerian. Lanțul (sau ciclul) care conține fiecare vârf al grafului exact o singură dată se numește lanț (sau ciclu) hamiltonian.

În ciclul eulirean orice vârf este vârf inițial al unei muchii de același număr de câte ori el este și vârf final al altor muchii. Din această cauză în așa grafuri toate vârfurile sunt pare. Graful se numește conex dacă orice două vârfuri pot fi unite cu un lanț. Graful cu lanțuri hamiltoniene este conex.

L. Euler a stabilit următoarele teoreme:

Teorema 3.1. Graful neorientat *G* conține un lanț eulerian care nu este ciclu, dacă și numai dacă numai două vârfuri sunt impare (au grad impar).

Teorema 3.2. Graful neorientat *G* conține un ciclu eulerian dacă și numai dacă toate vârfurile sunt pare (au grad par).

Notăm cu $p(x,y)$ ponderea muchiei (x,y). De regulă, $p(x,y)$ și $p(y,x)$ pot fi definite. Așa graf se va numi ponderat asimetric. Dacă $p(x,y) = p(y,x)$ pentru orice muchie (x,y), atunci graf se va numi ponderat simetric. Dacă ponderile coincide la toate arcele, atunci graful este orientat omogen. Se consider că $p(x, y) + p(y,x) = 0$ daca și numai daca $x = y$. *lungime a unui lanț* este numărul de muchii conținute. Suma ponderilor muchiilor (arcelor) din lanț se numește ponderea lanțului.

Suma ponderilor muchiilor (arcelor) din lanț se numește ponderea lanțului.

Notăm prin $d(v, w)$ valoarea minimă a ponderilor lanțurilor elementare, ce unesc vârful v cu vârful w. Numărul $d(v, w)$ exprimă distanța de la v până la w. În cazul când de la vârful v până la vârful w nu exista nici un lanț, se considera $d(v, w) = \infty$. În graful cu pondere omogenă $d(v,w) = d(w,v)$. Graful se numește conex, dacă $min\{d(v,w), d(w, v)\}<\infty$ pentru orice două vârfuri v, w. Distanța $d(v,w)$ satisface axiomele quasi-metricii, adică au loc următoarele relații:

1) $d(x, y) + d(y,x) = 0$ daca și numai daca $x = y$;

2) $d(x, y)+ d(y, z) \geq d(x, z)$.

Deoarece $0 \leq p(x,y) \leq +\infty$, vom avea $0 \leq d(x,y) \leq +\infty$.

Dacă graful este cu pondere simetrică sau omogenă, atunci distanța $d(v,w)$ satisface axiomele metricii, adică au loc următoarele relații:

1) $d(x, y) = 0$ daca și numai daca $x = y$;

2) $d(x, y) = d(y, x)$;

3) $d(x, y)+ d(y, z) \geq d(x, z)$.

Exemplul 3.1. Examinăm graful ponderat asimetric $G = (V, E)$ în care $V = \{a,b,c, d\}$, iar $E= \{(a,b), (a,c), (c,a), (c, d), (d,c), (d,b)\}$ cu ponderile $p(a,b) = 1, p(a,c) = 2, p(c,a)=3, p(c,d) = 3, p(d,c) = 2, p(d,b) = 1$. Atunci $d(a,b)=1, d(a,c)=2, d(a,d) = 5, d(b,a) = d(b,c) = d(b,d) = \infty, d(c,a)= d(c,d)=3, d(c,b) = 2, d(d, a) = 5, d(d,b) = 1, d(d,c) = 2$.

Exemplul 3.2. Examinăm graful ponderat $G = (V, E)$ în care $V = \{a,b\}$, iar $E= \{(a,b\}$ cu ponderile $p(a,b) = p \geq 0$, $p(b,a)=q \geq 0$, unde $p + q > 0$. Muchia (a,b) o imaginăm ca un segment numeric: $(a,b) = \{ta+(1-t)b:0 \leq t \leq 1\}$. Vom avea $a = 1a+0b$ și $b = 0a+1b$. Dacă $x = ua+(1-u)b$ și $y = va+(1-v)b$, atunci $d(x, y) = p|u-v|$ și $d(y, x) = q|u-v|$. Funcția construită d este o quasi-metrică pe X.

Exemplul 3.3. Examinăm graful ponderat $G = (V, E)$, unde $p(a,b) + p(b,a) > 0$ pentru orice muchie (a,b) din E. Muchia $(a,b) \in E$ o imaginăm ca un segment numeric: $(a,b) = \{ta+(1-t)b:0 \leq t \leq 1\}$. Vom avea $a = 1a+0b$ și $b = 0a+1b$. Totalitatea acestor segmente formează spațiul X. Vom avea că $V \subseteq X$. Dacă $x = ua_1+(1-u)b_1$ și $y = va_2+(1-v)b_2$ sunt două puncte diferite din X, atunci sunt posibile două cazuri:

Cazul 1. $(a_1,b_1) = (a_2,b_2)$.

Fie u < v. În acest caz la graful G adăugăm două vârfuri $G_1 = G \cup \{x, y\}$, iar în V muchia (a_1,b_1) o înlocuim cu trei muchii (a_1,x), (x,y), (y,b_1) cu ponderile $p(a_1,x) = up(a_1,b_1)$, $p(x,y) = (v-u)p(a_1,b_1)$, $p(y,b_1) = (1-v)p(a_1,b_1)$, $p(x,a_1) = up(b_1,a_1)$, $p(y,x) = (v-u)p(b_1,a_1)$, $p(b_1,y) = (1-v)p(b_1,a_1)$. În acest graf ponderat determinăm distanțele $d(x,y)$, $d(y,x)$.

Cazul 1. $(a_1,b_1) \neq (a_2,b_2)$.

Fie u < v. În acest caz la graful G adăugăm două vârfuri $G_1 = G \cup \{x, y\}$, iar în V muchiile (a_1,b_1), (a_2,b_2) se înlocuiesc cu patru muchii (a_1,x), (x,b_1), (a_2,y), (y,b_2) cu ponderile $p(a_1,x) = up(a_1,b_1)$, $p(x,b_1) = (1-u)p(a_1,b_1)$, $p(b_1,x) = (1-u)p(b_1,a_1)$, $p(x,a_1) = up(b_1,a_1)$, $p(a_2,y) = vp(a_2,b_2)$, $p(y,b_2) = (1-v)p(a_2,b_2)$, $p(b_2,y) = (1-v)p(b_2,a_2)$, $p(y,a_2) = vp(b_2,a_2)$. În acest graf ponderat determinăm distanțele $d(x,y)$, $d(y,x)$.

Funcția construită d este o quasi-metrică pe X, care este o extindere a quasi-metricii d pe V. Spațiul (X, d) este linear conex și compact. Dacă în G toate ponderile sunt pozitive, atunci acest spațiu este metrizabil. Topologia $T(d)$ a spațiului (X, d) mai efectiv descrie proprietățile topologice ale grafului G.

Dacă graful G este un arbore, atunci orice aplicație continuă $f: X \to X$ are puncte fixe.

4. Topologia rețelelor de calculatoare

Rețeaua de calculatoare reprezintă un ansamblu de calculatoare interconectate prin intermediul unor medii de comunicație, asigurându-se astfel schimbul de date și informații prin utilizarea în comun a resurselor fizice, logice și informaționale de care dispune ansamblul de calculatoare conectate.

Metodele de conectare sunt în continuă dezvoltare și deja foarte diverse, începând cu tot felul de cabluri metalice și de fibră de sticlă, cabluri submarine, și terminând cu legături prin radio cum ar fi WLAN, Wi-Fi sau Bluetooth, prin raze infraroșii, prin intermediul tehnologiilor de telefonie mobilă (GPRS, EDGE, CDMA, 3G, 4G) sau chiar prin intermediul sateliților.

Fie dată o rețea de calculatoare. Dacă *a, b* sânt două noduri incidente, atunci volumul de informație ce se transmite de la nodul *a* spre *b* poate fi considerată ca ponderea arcului *(a,b)* în direcția de la *a* spre *b*. De regulă volumul de informații în diferite direcții este diferit.

Un alt motiv care duce la asincronismul rețelei constă în asincronismul parametrilor echipamentului. De exemplu, la modemele ADSL, 3G vitezele de intrare și ieșire a semnalului sânt diferite.

În aceasta se exprimă faptul că rețeaua de calculatoare ca graf ponderat este asincron.

La proiectarea topologiei rețelei trebuie de ținut cont de toți factorii (atât sincroni, cât și asincroni).

După ***aria de cuprindere*** se deosebesc rețele de calculatoare:

- personale - **PAN** (Personal AreaNetwork);
- locale - **LAN** (Local AreaNetwork);
- metropolitane - **MAN** (Metropolitan AreaNetwork);
- de arie largă - **WAN** (WideAreaNetwork).

Rețeaua PAN este o rețea de foarte mică întindere, de cel mult câțiva metri, constând din aparatele interconectabile pe care o persoană le poartă cu sine, ca de exemplu telefon mobil, player MP3 sau aparat de navigație portabil.

Rețelele locale includ stații (calculatoare, terminale) și sistemul de transfer date, plasate în aria uneia sau a câtorva clădiri vecine la distanțe de la sute de metri până la câțiva kilometri.

Rețelele metropolitane cuprind aria unui oraș, asigurând distanțe între componente de până la zeci de kilometri.

Rețelele de arie largă nu sunt limitate, practic, în aria posibilă de cuprindere. În caz general terminalele, calculatoarele pot fi plasate în cele mai îndepărtate colțuri ale Pământului.

Topologia rețelelor este studiul de aranjament sau cartografiere a elementelor (legături, noduri) dintr-o rețea la dispunerea spațială a calculatoarelor într-o rețea, în special interconexiunile fizice și logice dintre noduri.

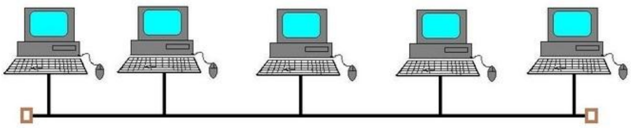
Rețeaua locală este un exemplu de rețea care prezintă atât o topologie reală cât și o topologie logică. Orice nod în rețeaua locală are unul sau mai multe linkuri (legături, muchii) către unul sau mai multe noduri din rețea. Pentru determinarea topologiei reale a rețelei, toate nodurile și linkurile sunt reprezentate în formă de graf. De asemenea, reprezentarea fluxului de date dintre noduri în formă de graf determină topologia logică a rețelei. Deci pentru orice rețea de calculatoare, ca și în cazul Exemplului 3.3, se construiește spațiul quasi-metric (X, d) care permite studiul topologic al rețelei. Pentru o rețea anume topologiile logică și fizică pot fi identice, dar pot fi și diferite. Studiul topologiilor se complică, dacă:

- Fiecare link este ponderat în fiecare direcție;
- Ponderile linkului în diverse direcții pot fi diferite;
- La momentul dat unele noduri pot fi neaccesibile, dar păstrând interacțiunea altor noduri.

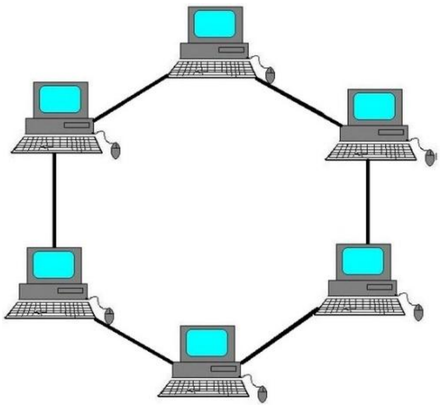
Ieșirea din rețea a unor calculatoare poate fi din careva motive tehnice sau din motive că la moment aceste calculatoare sunt ocupate cu îndeplinirea altor comenzi, care nu pot fi întrerupte.

Pe rețele există diverse tipuri de topologii. Prezentăm unele tipuri de topologii pe rețele.

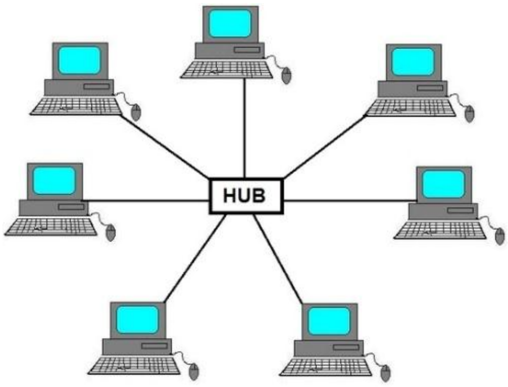
Topologia rețelei Magistrală (Bus): În cadrul acestui tip de rețea toate calculatoarele sunt interconectate la cablul principal al rețelei. Calculatoarele conectate in acest tip de rețea au acces în serie și în mod egal la toate resursele rețelei. Pentru utilizarea cablului nivelul logic trebuie să aștepte până se eliberează cablul pentru a evita coliziunile de date. Acest tip de rețea are însă un defect și anume: dacă rețeaua este întreruptă într-un loc fie accidental fie prin adăugarea unui alt nod de rețea atunci întreaga rețea este scoasă din funcțiune. Este totuși una din cele mai ieftine moduri de a pune la cale o rețea.



Topologia rețelei Inel (Ring): Tipul de rețea circular face legătura între calculatoare prin intermediul unui port de intrare (*In Port*) și a unui port de ieșire (*Out Port*). In această configurație fiecare calculator transmite date către următorul calculator din rețea prin portul de ieșire al calculatorului nostru către portul de intrare al calculatorului adresat. În cadrul acestei topologii instalarea cablurilor este destul de dificila și atunci se recurge la un compromis între acest tip de rețea și cel de tip magistrală folosindu-se o unitate centrală care să închidă cercul numita **M**edia **A**cces **U**nit (MAU – unitate de acces a mediilor).



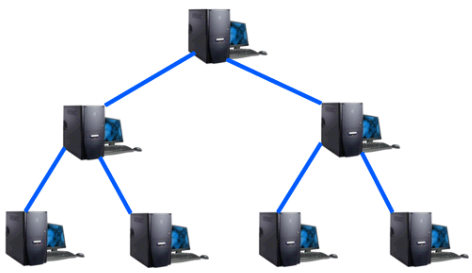
Topologiarețelei Stea (Star): Este tipul de topologie de rețea în care fiecare din nodurile de rețea este conectat la un nod central, numit hub sau switch. Toate datele care sunt transmise între nodurile din rețea sunt întâi transmise în acest nod central și abia apoi sunt retransmise la unele sau la toate celelalte noduri în rețea. Această conexiune centralizată permite o conexiune permanentă chiar dacă un dispozitiv de rețea iese din funcție. Singurul pericol este ieșirea din funcție a nodului central, care ar duce la pierderea legăturii cu toată rețeaua.



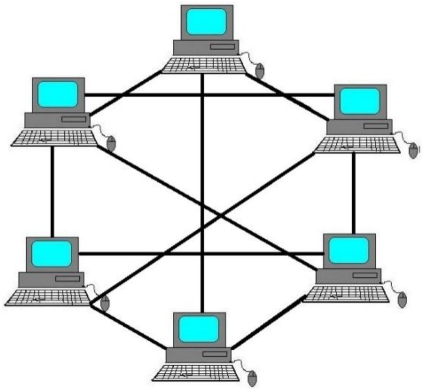
Topologia rețelei Inel-Dublu (Dual-Ring): O topologie de rețea în care două inele concentrice conectează fiecare nod dintr-o rețea. Pe fiecare inel din rețea este utilizată topologia de inel.

Topologia Stea Extinsă (Extended Star): Este prezentă multiplicarea nodurilor centrale, permițând lucrul rețelei chiar dacă unul din nodurile centrale se defectează. Are o performanță mai mare ca Star.

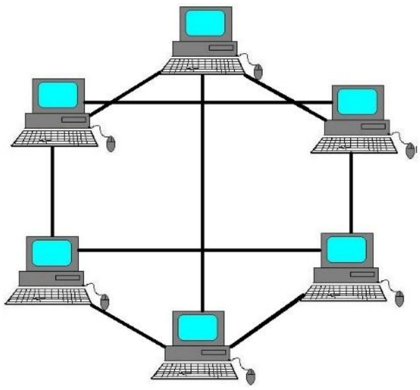
Topologia rețelei Arbore (Tree): Combină caracteristicile topologiilor bus și star. Nodurile sânt grupate în mai multe topologii star care la rândul lor sunt legate la un cablu central. Acestea pot fi considerate topologiile cu cea mai bună scalabilitate. Avantajul fiind segmentele individuale care au legături directe, iar dezavantajul este lungimea maximă a unui segment care este limitată. Dacă apar probleme pe conexiunea principală, sunt afectate toate calculatoarele de pe acel segment. Arborele se mai numește o stea ierarhică. Terminii provin din teoria grafurilor.



Topologia rețelei Completă (Fully Connected Network): Reprezintă o rețea în care fiecare nod este legat fizic cu toate nodurile din rețea (în teoria grafurilor acesta se numește graf complet). Rețelele cu topologia completă devin din ce in ce mai greu de instalat o dată cu creșterea numărului de calculatoare din rețea. O rețea completă cu șase calculatoare va necesita 15 legături, in timp ce o rețea cu șapte calculatoare va necesita 21 de legături, etc. Această topologie este folosită în sisteme multiprocesor (cluster, minicomputer, computer, supercomputer) sau în rețele cu număr mic de noduri. Avantajul major al acestei topologii este marea tolerantă la defecte, capacitatea de transfer garantată a canalului, precum și ușurința depănării. Dezavantajele topologiei de tip plasă includ dificultatea instalării și a reconfigurării precum și costurile relativ ridicate ale întreținerii legăturilor redundante.



Topologia rețelei Plasă (Mesh): Este o variantă simplificată a topologiei complete. Se obține din topologia completă prin eliminarea a câteva legături redundante. Acest tip de rețea oferă o conexiune continuă și dispune de algoritmi de reconfigurare în caz de noduri blocate sau neoperaționale. Scopul principal al acestor algoritmi este de a găsi cea mai bună rută pentru a ocoli nodurile neoperaționale și de a transmite până la destinație pachetele de date, în ciuda dificultăților.



Rețelele Hibride: Combină două sau mai multe topologii în așa fel încât rețeaua rezultantă nu prezintă una dintre topologii standard.

5. Aplicații

Cele mai des utilizate topologii la proiectarea rețelelor locale ce conțin de la câteva zeci până la câteva sute de calculatoare sunt cele de tip arbore.

Din punct de vedere practic la construirea modelului unei rețele este necesar:

- Să nu fie depășite distanțele maximal admisibile între două noduri adiacente (pentru a evita coliziunile și pierderea calității semnalului);
- Amplasarea optimală și folosirea cât mai eficientă a nodurilor centrale;
- Amplasarea optimală a router-elor Wi-Fi în vederea acoperirii cu semnal a spațiului de utilizare.

În rezultatul cercetărilor s-a ajuns la concluzia că, în cadrul Universității de Stat din Tiraspol este oportună implementarea rețelei cu topologia de tip arbore. Necesitatea elaborării unei rețele bine structurate a fost motivată de majorarea numărului de calculatoare în cadrul laboratoarelor de informatică, precum și în secțiile și subdiviziunile universității. Un alt motiv a fost necesitatea accesului la rețeaua internet pentru aceste calculatoare.

Nodurile principale ale rețelei LAN au fost amplasate în modul următor:
- câte un nod în fiecare sală de calculatoare;
- câte un nod în cadrul rectoratului, contabilității și a serviciului personal;
- pentru decanate, catedre, bibliotecă și alte subdiviziuni nodurile au fost distribuite în vederea respectării rigorilor enunțate mai sus.
- router-ele WiFi au fost amplasate în diferite zone ale blocului precum și la diferite etaje pentru a obține acoperirea maximală cu semnal.

Rețeaua construită este destul de complexă, deoarece sunt conectate peste 120 computere staționare prin intermediul a circa 20 de noduri (hub-uri și switch-uri) și un număr impunător de laptopuri și dispozitive mobile ce se pot conecta pentru moment la 8 router-e WiFi amplasate în interiorul blocului de studii și in router amplasat în curtea din fața blocului.

Bibliografia

1. M. A. Ahmed and F. M. Zeyada, *Generalization of some results to quasi-metric spaces and its applications,* Bulletin of International Mathematical virtual Institute 2 (2012), 101-107.
2. M. Chiang and M. Yang, *Towards Network X-ities From a Topological Point of View: Evolvability and Scalability, Proc. 42nd Allerton Conference*, 2004.
3. M. M. Choban, *Fixed points of mappings defined on spaces with distance,* Carpathian J. Math. **32** (2016), No. 2, 173 – 188.
4. M.M.Choban, D.I.Pavel, *On dense subspaces of the spaces of continuous pseudometrics,* Romai Journal 9 (2013), no. 2, 61-74.
5. M.M.Choban, D.I.Pavel, *On a space of pseudometrics,* International Conference "Mathematics and Information Technologies: Research and Education (MITRE-2011)", August 22-25, 2011, Abstracts, Moldova State University, Chişinău, 2011, 36-37.

6. S. N. Dorogovtsev and J. F. F. Mendes, *Evolution of Networks*, Oxford University Press, 2002.
7. D. Duffus and I. Rival, *A structure theory for ordered sets*, Discrete Mathematics 35 (1981), 53-118.
8. A.Edalat and R. Heckmann, *A computational model for metric spaces,* Theoretical Computer Science, 193 (1982), 53-73.
9. R. Engelking, *General Topology*. PWN, Warszawa, 1977.
10. K. Funahashi, On the approximate realization of continuous mappings by neural networks, Neural Networks 2 (1989), 183—192.
11. B. Knaster and A. Tarski, *Un théorème sur les fonctions d'ensembles. Ann. Soc. Polon. Math.* ***6*** *(1928), 133–134.*
12. S. Y. Nedev, *O-metrizable spaces (*Russian) Trudy Moskov. Mat. Ob-va 24 (1971), 201{236. (English translation: Trans. Moscow Math. Soc. 24 (1974), 213{247).
13. B. Sosinsky, *Networking Bible*. Indianapolis: Wiley Publishing, 2009.
14. A.S. Tanenbaum,. D. J. Wetherall, *Computer networks - 5th ed.*, Prentice Hall, 2013
15. A. Tarski, *A lattice-theoretical fix point theorem and its applications*, Pacific J. Math. 5 (1955), 285-309.
16. P. Waszkiewicz, *The local triangle axioms in topology and domain theory,* Applied General Topology 4 (2003), No. 1, 47-70.
17. M. Yang and M. Chiang, *END Tool User Manual*, Princeton University, 2004
18. В. Г. Олифер, Н. А. Олифер, *Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы:* Учебник для вузов. 3-е изд. — СПб.: Питер, 2006.