

UOT 004:351

İmamverdiyev Y.N.

AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

yadigar@lan.ab.az

SOSIAL ŞƏBƏKƏLƏRİN ANALİZİ: ANLAYIŞLAR, MODELƏR VƏ TƏDQIQAT PROBLEMLƏRİ

Sosial şəbəkə servisləri insanların sosial qarşılıqlı əlaqəsi üçün yeni imkanlar yaradır və cəmiyyətə təsirin yeni üsul və vasitələrinin meydana çıxmasına səbəb olur. Məqalədə sosial şəbəkələrin əsas anlayışları, sosial şəbəkə analizinin təşəkkül mərhələləri və orijinal ideyaları təhlil edilmiş, sosial şəbəkə analizinin tətbiqləri göstərilmişdir. Sosial şəbəkə analizi sahəsində aktual tədqiqat istiqamətləri müəyyən olunmuş və onların müasir vəziyyəti analiz edilmişdir.

Açar sözlər: *sosial şəbəkə, aktor, sosial şəbəkə analizi, zəif əlaqələrin gücü, kiçik dünya fenomeni, miqyassız şəbəkələr, böyük miqyaslı şəbəkələrin modelləşdirilməsi, dinamik şəbəkələrin analizi, mülti-agentlər əsasında sosial modelləşdirmə.*

Giriş

Son 5 ildə İnternetin inkişafında əsas hadisə sosial şəbəkə saytlarının (*Facebook, Twitter, LiveJournal, MySpace, Classmates* və s.) populyarlığının sürətlə artmasıdır. Sosial şəbəkə saytlarının populyarlığı axtarış sistemlərindən, portallardan, e-poçt və proqram təminatı saytlarından iki dəfə sürətlə artır və onlar saytların reyting cədvəllərində böyük üstünlüklə birinci yeri tuturlar.

Artıq sosial şəbəkə saytları İnternet fəzasının ayrılmaz tərkib hissəsinə çevrilib, qlobal onlayn cəmiyyətin üçdə iki hissəsi müntəzəm olaraq bu və ya digər sosial şəbəkə saytına baş çəkir, sosial şəbəkələrin auditoriyası genişlənir, yaş tərkibinə görə daha müxtəlif olur. İnternet trafikinin böyük bir hissəsini məşhur sosial şəbəkə saytları zəbt edir. İstifadəçilərin sosial şəbəkə saytlarında keçirdikləri vaxt durmadan artır, hər "İnternet saati"nin təxminən 6 dəqiqəsi sosial şəbəkələrin payına düşür.

Sosial şəbəkə servisləri təkcə İnternetin landşaftına təsir etmirlər, onlar istifadəçilərin davranışını da ciddi şəkildə dəyişmək gücündədir. Bu servislərin kontent, xidmətlər, əlyetərlilik, əhatə etdiyi auditoriya və ərazi baxımından inkişafı cəmiyyətə təsirin yeni üsul və vasitələrinin meydana çıxmasına səbəb olur. Onlar insanların, təşkilatların və dövlətin qarşılıqlı əlaqəsi üçün yeni imkanlar yaradır [1,2].

Məsələn, ABŞ-da son prezident seçkiləri zamanı prezidentliyə namizədlər sosial şəbəkə texnologiyasından geniş istifadə etmişdilər. Hazırki ABŞ prezidenti Barak Obamanın seçki kampaniyası çərçivəsində yaradılmış www.my.barackobama.com sosial şəbəkəsi (*MyBo* kimi də məşhurdur) daha uğurlu olmuşdu. Bu şəbəkənin yaradılmasına *Facebook*-un yaradıcılarından biri cəlb edilmişdi. *MyBo* şəbəkəsi həm seçki kampaniyası üçün ianələrin toplanmasında, həm də seçki təbliğatında, seçicilərin səfərbər edilməsində mühüm rol oynamışdı. Hazırda amerikalı politoloqları və sosioloqları B.Obamanın sosial şəbəkə fenomenini, ABŞ siyasi həyat tərzinə təsirini geniş müzakirə edirlər. Bir sıra ölkələrin prezidentləri populyar mikrobloq saytı olan *Twitter*-də özlərinin səhifələrini açmışlar.

Sosial şəbəkə servislərinin uğurları sübut edir ki, sosial şəbəkələr prinsipə yeni kommunikasiya mühitinə çevrilir, onların cəmiyyətə təsir imkanlarını tam başa düşmək

hələlİK çətindir. Qeyd edək ki, sosial şəbəkə servislərinin cəmi 15 illik tarixi var (ilk sosial şəbəkə saytı www.classmates.com 1995-ci ildə yaradılmışdı).

Təqdim olunan məqalənin məqsədi sürətlə inkişaf edən sosial şəbəkə texnologiyaları sahəsində elmi tədqiqatların müasir vəziyyətini analiz etmək və aktual tədqiqat istiqamətlərini müəyyənləşdirməkdir.

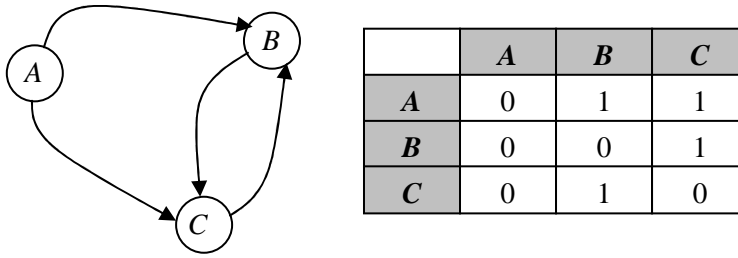
Sosial şəbəkə analizinin anlayışları

Sosial sistemlərin öyrənilməsinə struktur yanaşmasının istiqamətlərindən biri sosial aktorlar arasındakı əlaqələrin sosial şəbəkə analizi adını almış tədqiqat metodologiyası və metodlarıdır. *Sosial şəbəkə* – sosial obyektlər çoxluğundan və onlar arasındakı sosial əlaqələrdən (münasibətlərdən) ibarət sosial strukturdur [3,4].

Sosial obyektlər kimi insanlar, sosial qruplar, icmalar, təşkilatlar, partiyalar, ölkələr və s. çıxış edə bilər. Onları sosial şəbəkələrin *aktorları* və ya *qovşaqları* adlandırırlar.

Əlaqələr dedikdə, aktorlar arasında tək cə qarşılıqlı kommunikasiya əlaqələri deyil, müxtəlif resursların mübadiləsi, münaqişələr də daxil olmaqla, birgə fəaliyyət və s. başa düşülür.

Formal olaraq sosial şəbəkə qraf ilə təsvir edilir, qrafın təpələri aktorlar, tilləri isə əlaqələr çoxluğudur.



Şəkil 1. Sosial şəbəkənin qrafla və matrislə təsviri

Məlumdur ki, qrafları matrislərlə də təsvir etmək olar, ən sadə və ən çox rastlaşılan matris qonşuluq matrisi adlanan binar matrisdir. Qonşuluq matrisi əlaqələr haqqında ilkin məlumatlardan istifadə edərək qurulur. G qrafının qonşuluq matrisi $n \times n$ ölçülü A kvadrat matrisidir (n – təpələrin (qovşaqların) sayıdır), a_{ij} elementi aşağıdakı qayda ilə müəyyən edilir:

- əgər G qrafında i qovşağından j qovşağına til varsa, onda $a_{ij} = 1$,
- əgər G qrafında i qovşağından j qovşağına til yoxdursa, onda $a_{ij} = 0$.

Aktorları arasında yalnız bir növ əlaqə (münasibət) olan şəbəkə *simpleks şəbəkə*, bir neçə növ əlaqə olan şəbəkə *multipleks şəbəkə* adlanır. Aktorlar arasında bir neçə növ əlaqə olduqda onları hər növ üçün ayrıca şəbəkədən istifadə etməklə analiz etmək olar.

Sosial şəbəkələr *birtipli* (ing. *one-mode*) və *iki tipli* (ing. *two-mode*) şəbəkələrə bölünür. Birtipli şəbəkələr aktorların xassələrinin eyni olmasını nəzərdə tutur. İki tipli şəbəkədə aktorların iki müxtəlif çoxluğu arasında əlaqələrə baxılır. Misal olaraq özəl təşkilatlar və onların qeyri-özəl təşkilatlarla əlaqələrindən ibarət olan sosial şəbəkəni göstərmək olar.

Sosio-sentrik və ya *tam şəbəkələr* məhdud bir qrupun bütün üzvləri arasındakı əlaqələrdən ibarətdir. Məsələn kimi kafedranın əməkdaşları arasındakı bütün əlaqələri göstərmək olar.

Eqosentrik şəbəkələr və ya *fərdi şəbəkələr (personal network)* yalnız mərkəzi (*fokal*) aktor baxımından müəyyən edilir. Bu şəbəkələr fokal aktoru (eqonu) başqa aktora (eqonun alterlərinə) birbaşa birləşdirən əlaqələrdən və alterlərin eqo tərəfindən göstərilən əlaqələrindən ibarətdir.

Sosial şəbəkə analizi qraflar nəzəriyyəsi əsasında aşağıdakıları müəyyən edir:

- aktorlar üçün indekslərin hesablanması;
- bütövlükdə, sosial şəbəkə üçün indekslərin hesablanması;
- sosial şəbəkədə lokal strukturların aşkarlanması.

Aktorlar (qovşaqlar) üçün aşağıdakı parametrlər müəyyən edilir:

- aktorun giriş dərəcəsi – aktora daxil olan tillərin sayı;
- aktorun çıxış dərəcəsi – aktordan çıxan tillərin sayı;
- geodezik məsafə – aktorlar arasındakı məsafələrin ən kiçiyi;
- verilmiş aktordan digər aktora olan orta məsafə;
- eksentriklik – verilmiş aktordan digər aktora olan geodezik məsafələrin ən böyüyü;
- vasitəçilik – verilmiş aktordan keçən ən qısa yolların sayı;
- mərkəzilik – verilmiş aktorun digərlərinə nisbətən əlaqələrinin ümumi sayı.

Şəbəkə indekslərinin hesablanması üçün aşağıdakı parametrlər istifadə edilir: qovşaqların sayı, tillərin sayı, qovşaqlar arasında geodezik məsafə, qovşaqlar arasında orta məsafə, şəbəkənin sıxlığı, simmetrik, tranzitiv və dövri triadların sayı, şəbəkənin radiusu, diametri və s.

Sosial şəbəkədə lokal strukturların müəyyən edilməsinə dair bir neçə yanaşma var:

- sosial şəbəkədə kliklərin müəyyən edilməsi. Kliklər – elə altqruplardır ki, onlarda aktorların hər bir cütü bir-biri ilə birləşir;
- komponentlərin (qrafın hissələrinin) müəyyən edilməsi. Komponent – əlaqəli aktorların (maksimal) çoxluğudur (yəni komponentdəki hər bir təpə komponentdəki bütün başqa təpələrdən əldə edilə biləndir). Əgər qrafda bir və ya bir neçə təcrid edilmiş təpə varsa, onda onlar ayrıca komponent hesab edilirlər;
- blokların və qırılma nöqtələrinin tapılması. Qırılma nöqtəsi silindikdə qraf komponentlərə (sosial şəbəkənin əlaqəsiz hissələrinə) parçalanır. Blokda şəbəkənin ekvivalent aktorlarını birləşdirmək olar. Məsələn, əgər sosial şəbəkə informasiya axını münasibətinə görə qurulubsa, onda yalnız informasiya ötürən aktorları bir bloka, yalnız informasiya alan aktorları ikinci bloka, informasiyanı həm alan, həm də ötürən aktorları isə üçüncü bloka daxil etmək olar.
- qruplaşmaların (fraksiyaların) – şəbəkənin maksimal oxşar əlaqə profilinə malik aktorları qrupunun müəyyən edilməsi.

Şəbəkələrdə sosial strukturların başqa nümunələri kliklər, N -kliklər və N -klanlardır.

Sosial şəbəkə analizinin təşəkkülü

Sosial şəbəkə analizinin inkişafı 1930-cu illərdə bir neçə ənənəvi tədqiqat sahəsində – sosial psixologiya, sosial antropologiya və riyaziyyatda (kompyuter elmlərində) bir-birindən asılı olmadan meydana çıxmışdır [5].

Sosial psixologiya sahəsində işləyən Y. Moreno 1930-cu illərdə sosiometriyanı inkişaf etdirirdi [6]. O, 1937-ci ildə təsis etdiyi “Sosiometriya” jurnalında psixoloji sağlamlıq ilə sosial struktur arasındakı qarşılıqlı əlaqəni tədqiq edirdi. Moreno *sosioqramları* – insanları işarə edən nöqtələrdən və insanlar arasındakı münasibətləri göstərən xətlərdən ibarət diaqramları təklif etmişdi.

Morenonun işləri öz vaxtında və onilliklər boyu kifayət qədər məşhur olsa da, müasir sosial şəbəkə analizinin yaradılmasına böyük təsir etməyib. Ola bilsin ki, burada şəxsiyyət pis rol oynamışdı, Morenonun “mistikliyə meyli, təmtəraqlı üslubu, dahilik maniyası onun ilkin tərəfdarlarını özündən uzaqlaşdırırdı” [5].

Fərdlər arasındakı əlaqələrin antropoloji tədqiqatları 1930-cu illərdə, əsasən, ingilis alimi A.Radklif-Braunun “sosial struktur” ideyalarına söykənirdi [7]. Həmin dövrlərdə ABŞ-da sosial münasibətlərin müşahidəsi üzrə bir sıra tədqiqat proqramları həyata keçirilmişdi: böyük sənaye şirkətlərində (*Western electric* şirkətinin Çikaqodakı “Houtorn” zavodu), şəhər icmalarında “Yankee Sity” (Massaçuset ştatının Nyuberiport şəhəri) və “Old Sity” (ABŞ-ın cənubunda), kənd icmalarında “Deep South” (Missisippi ştatı, *Natchez*) geniş miqyaslı ekspedisiyalar təşkil edilmişdi.

Houtorn eksperimentlərində “qeyri-formal təşkilat” – gizli sosial struktur aşkarlamışdılar, bu struktur fəhlələrin əmək məhsuldarlığına şirkətin rəhbərliyindən daha çox təsir edirdi. İrimiqyaslı sistemlərdə “qeyri-formal” münasibətlərin empirik tədqiqi bu sistemlərin daxilində gizli mütəşəkkil altqruplara malik olması kəşfinə gətirdi. Sosial şəbəkələrin onu təşkil edən altqruplara dekompozisiyası üsullarının tapılmasına xeyli səylər göstərilmişdi. Toplanmış relyasion verilənlər əsasında istənilən sosial sistemin altqruplar strukturunu aşkarlamağa imkan verən metodların, böyük həcmli verilənlərin analizi və qarşılıqlı əlaqənin daha formal ölçülməsi üçün riyazi alətlərin işlənməsinə zərurət yaranmışdı.

“Yankee City” tədqiqatlarında (A.R.Raddiff-Braunun şagirdi gənc antropoloq V.Lloyd Varner və onun həmkarları) həmin dövr üçün sosial münasibətlərin müşahidəsi üzrə ən böyük məlumat bankı yaradılmışdı, bununla yanaşı, yekdil kliklərin (Uornerin terminologiyasında – “sosial dairələr”) yariformal analizi də irəli sürülmüşdü [8]. Varner xüsusi halda hesab edirdi ki, müasir sosial icmanı əhatə edən sosial konfigurasiya ailə, kilsə, siniflər və assosiasiyalar kimi müxtəlif altqruplardan ibarətdir. Bunlarla yanaşı, Varnerin “sosial dairələr” (kliklər) adlandırdığı fərdlərin qeyri-formal birliyi də mövcuddur, onların arasında müəyyən dərəcədə qrup və yaxınlıq hissi var, onun əsasında da spesifik qrup davranışı normaları bərqərar olar.

1950-ci illərdə Mançester Universitetində (İngiltərə) Max Gluckman (A.Radkliff-Braunun başqa bir tələbəsi) sosial antropologiya şöbəsində şəbəkə seminarı təşkil etmişdi. “Sosial şəbəkə” terminini bu seminarın iştirakçılarından biri olan Ceyms Barns 1954-cü ildə təklif etmişdi [9]. Mançester məktəbinin təmsilçiləri bir sıra əsas anlayışlar haqqında aydın danışdılar (şəbəkə rəngi, multiplekslik, sıxlıq), insanlar arasındakı münasibətlərin təkcə insanlara deyil, bütünlükdə cəmiyyətə (məsələn, onun əlaqələndirmə qabiliyyətinə) necə təsir etməsini öyrənməyə başlamışdılar. Onlar sosial münasibətlərin strukturu ilə yanaşı, bu münasibətlərin məzmununa da böyük fikir verirdilər. Bu məktəbin şəbəkə analizinə sonrakı təsiri çox böyükdür.

1960-cı illərdə Harvardda sosial şəbəkə sahəsində tədqiqatlar yenidən canlandı. Harrison Uaytın başçılıq etdiyi qrup sosial şəbəkə analizinin riyazi əsaslarını inkişaf etdirirdi, onlar ictimai elmlərdən bir çox anlayışları riyazi formaya gətirdilər ki, bu da onların modelləşdirilməsinə və ölçülməsinə kömək edirdi [10,11]. “Uayt və onun tələbələri təkcə sosial şəbəkə yanaşmasına iddia edə bilən şəxslər deyillər. ...Yəqin ki, bu sahədə çap edilmiş işlərin böyük əksəriyyəti Uayt və onun keçmiş tələbələri tərəfindən yerinə yetirilmişdir.”

1970-ci illərin ortalarından sosial şəbəkənin qrafik inikası – vizuallaşdırma üsulları da tədqiqatların ayrıca istiqaməti kimi formalaşmağa başladı [12]. Vizuallaşdırmanın vacib əhəmiyyəti var, çünki şəbəkəni görmək imkanının özü qrafların analizi üsullarına müraciət etmədən aktorların qarşılıqlı əlaqələrinin xarakteri haqqında vacib nəticələr çıxarmağa imkan verir. *UCINET*, *SIENA*, *Visone* kompyuter proqramları hazırda bu sahədə əsas proqramlar hesab edilirlər.

1970-cı illərin sonlarına doğru müasir şəbəkə analizinin elmi əsaslarını təşkil edən riyazi üsullar kompleksi formalaşdı. Faktiki olaraq sosiologiyanın bölməsi olan sosial şəbəkə analizi məqalələrin parametrlərinə görə (məqalənin həcmi, özünə istinad indeksi və s.) sosiologiyadan daha çox kompyuter elmlərinə yaxındır [5]. Riyazi aparatdan geniş istifadə edilməsi bu sahəni sosiologiyada müəyyən dərəcədə marginal vəziyyətdə qoyur.

Üç sosial şəbəkə fenomeni

Bu bölmədə sosial şəbəkə analizində orijinal işlərdən hesab olunan zəif əlaqələr nəzəriyyəsinə və mürəkkəb şəbəkələr istiqamətinə qısa nəzər salınır.

M. Qranovetterin zəif əlaqələrə həsr olunmuş işi sosial şəbəkə analizində orijinal işlərdən biri hesab olunur [13]. İşdəki, universitetdəki dostlar və ya sadəcə, təsadüfi tanışlar arasındakı əlaqələr çox vaxt zəif olur. M. Qranovetter iddia edirdi ki, fərdlər arasındakı zəif sosial əlaqələr sosial şəbəkələrin mövcudluğu üçün daha vacib əhəmiyyətə malikdir. Məhz zəif əlaqələr böyük cəmiyyəti vahid bir tamda birləşdirən sosial fenomendir. Bu baxımdan, sosial şəbəkə qlobal şəbəkələrin başqa növlərindən, məsələn, nəqliyyat şəbəkəsindən çox fərqlənir.

Mürəkkəb şəbəkələr təsadüfi qraflar kimi sadə şəbəkələrdə meydana çıxmayan qeyri-trivial topoloji əlamətlərə malik şəbəkələrdir. Mürəkkəb şəbəkələrin öyrənilməsi elmi tədqiqatların yeni və fəal sahəsidir, lakin həyatda o qədər çoxsaylı tətbiqlər (bioloji və sosial şəbəkələr, nəqliyyat axınları, paylanmış kompyuter sistemləri, iqtisadi strukturlar, neyron şəbəkələri) tapıb ki, artıq fənlərarası elmi istiqamət hesab edilir. Mürəkkəb şəbəkələrin iki məşhur və xeyli öyrənilmiş növü kiçik dünya şəbəkələri və miqyassız şəbəkələrdir. Onların hər ikisi spesifik struktur xassələri ilə – birincilər orta yolun kiçik uzunluğu və böyük klasterləşmə əmsalı ilə, ikincilər isə dərəcələrin üstlü paylama qanunu ilə xarakterizə olunurlar.

Zəif əlaqələrin gücü. Əlaqələrə qarşı “əlaqənin gücü” adlanan və onun kəmiyyət atributlarını xarakterizə edən qiymətləri qoymaq olar. Əlaqənin gücünü müxtəlif göstəricilərlə ölçmək olar – əlaqənin tezliyi, müddəti, əlaqə (til) üzrə trafik və ya axın sürəti, qovşaqlar arasındakı məsafə, informasiyanın keçmə ehtimalı və s. Əlaqə gücünün seçilmiş göstəricisinin qiymətindən asılı olaraq güclü və zəif əlaqələri fərqləndirirlər.

H.Uaytın tələbələrindən biri də 1974-cü ildə “İş axtarışı” kitabını yazan Mark Qranovetter idi. O, doktorluq dissertasiyasında (1973-cü il) insanların çalışdıqları işi necə tapmalarını tədqiq etmək üçün sorğu aparmışdı. Çoxları işi rəsmi mənbələrdə (məsələn,

qəzet elanları) məqsədyönlü axtarışın köməyi ilə deyil, digər insanlarla təsadüfi əlaqələr vasitəsi ilə tapmışdılar. Bəziləri iş imkanı barəsində digər insanlarla əlaqələri vasitəsi ilə, bəziləri ailə üzvlərindən və yaxın dostlarından xəbər tutmuşdu, əksəriyyəti isə işi tanışları vasitəsi ilə tapmışdı. M. Qranovetter bu hadisəni zəif əlaqələrin gücü adlandırmışdı. O isbat etdi ki, bir sıra sosial məsələlər üçün zəif əlaqələr güclü əlaqələrdən daha səmərəlidir.

Qranovetter bu hadisəni belə izah edirdi: Güclü əlaqələr tranzitivlik yaradır. Güclü əlaqə ilə birləşmiş iki qovşaq qarşılıqlı ortaq tanışlığa (eyni bir 3-cü tərəflə) – tranzitivliyə malik olacaqlar. Tranzitiv üçlüyün hissələri olan əlaqələr (tillər) şəbəkədə körpü və lokal körpü ola bilməzlər. Deməli, yalnız zəif əlaqələr körpü ola bilər. Buradan da zəif əlaqələrin dəyəri aydınlaşır. Zəif əlaqələr şəbəkədə yolların uzunluğunu (yəni diffuziyanın sürətini) azaldır. Buna görə də zəif əlaqələrin çox olduğu şəbəkələr qısa yollara malik olur. Nəticədə şəbəkədə dəyişikliklər sürətli olur, koordinasiya imkanı yaranır. Çox sayda zəif əlaqələrə malik olan aktorlar daha yaxın olurlar, bunun nəticəsində iş fərsətləri, resurslara çıxış imkanları meydana çıxır.

Güclü əlaqələr nəticəsində isə sıx lokal qruplar (klasterlər) əmələ gəlir. Güclü əlaqəli şəxslər, əsasən, eyni məlumatları və ya resursları bölüşürlər, bununla da, onlar bir-birinə az faydalı olurlar.

M. Qranovetterin zəif və güclü əlaqələr nəzəriyyəsinin böyük ölçülü real şəbəkələrdə empirik yoxlanması vacib praktiki əhəmiyyətə malikdir. Böyük Britaniya, ABŞ və Macarıstandan olan tədqiqatçılar qrupu mobil rabitə sahəsində belə bir empirik tədqiqatı həyata keçirmişlər. Onlar təsdiq etmişdilər ki, fərdlər arasındakı zəif sosial əlaqələr sosial şəbəkələrin mövcudluğu üçün daha vacib əhəmiyyətə malikdir.

Kiçik dünya fenomeni. Kiçik dünya fenomeni çox böyük ölçülərinə baxmayaraq, şəbəkələrin əksəriyyətində istənilən iki qovşaq arasında nisbətən qısa yolun mövcudluğunu bildirir. Xatırladaq ki, iki qovşaq arasındakı məsafə onları birləşdirən ən qısa yoldakı tillərin sayı kimi təyin olunur.

Kiçik dünya fenomeni hələ 1924-cü ildə macar yazıçısı Frigyes Karinthy tərəfindən təsvir edilmişdi. 1960-cı illərdə Stenli Milqram (Harvard Universiteti) kiçik dünya fenomenini eksperimentlər yolu ilə yoxladı [14]. Milqram Kanzasda müxtəlif iştirakçıya 60 məktub göndərərək onlardan məktubu ilahiyyat fakültəsi tələbəsinin Massaçusetdə məlum ünvanda yaşayan həyat yoldaşına göndərməyi xahiş etdi. İştirakçılar məktubu yalnız şəxsən tanıdıqları o şəxslərə verə bilirdilər ki, onların fikrincə, birbaşa və ya "dostlarının dostu" vasitəsi ilə ünvana çatdıra bilirlər. S. Milqram müəyyən etdi ki, iki təsadüfi ABŞ vətəndaşı orta hesabla 6 aralıq vasitəçi ilə əlaqələndir. S. Milqramın nəticələri 1967-ci ildə çap edilmişdi.

Kiçik dünya fenomenini izah etmək üçün 1990-cı illərdən başlayaraq bir sıra riyazi modellər təklif edilmişdir [15-20]. 1998-ci ildə Dunks Uots və Stiven Stroqats kiçik dünya fenomeninin izahını verdilər [15]. Onlar göstərdilər ki, kiçik sayda uzun məsafəli əlaqələr daxil etməklə müntəzəm qrafı "kiçik dünya"ya çevirmək olar. D. Uots və S. Stroqats təsadüfi qrafların və müntəzəm qrafların iki xassəsinə – klasterləşməyə və orta yolun uzunluğuna baxırlar. Klasterləşmə qrafın klik olmaq ölçüsüdür. Sosial şəbəkədə klik dostların elə çoxluğudur ki, hamı bir-birini tanıyır. Uots və Stroqats klasterləşmə əmsalını eyni aktora birləşən aktorların öz aralarında birləşməsi ehtimalı kimi müəyyən edirlər. Yolun uzunluğu isə iki aktor arasındakı orta məsafədir.

C.Kleynerqin təklif etdiyi sosial şəbəkə modelində şəbəkədə əlaqələrin yaradılmasını müəyyən parametr xarakterizə edir [17]. Müəllif bu modelin qeyri-adi xassəsini aşkarlamağa nail olmuşdu: parametrin yeganə qiyməti mövcuddur ki, məlumatı "tanışlar zənciri üzrə" istənilən ünvana tez ötürmək imkanı var.

Miqyassız şəbəkələr. Şəbəkənin bütün qovşaqları eyni dərəcəyə malik olmur. Şəbəkənin vacib xarakteristikası qovşaqların dərəcələrinin $P(k)$ paylanma funksiyasıdır, $P(k)$ – təsadüfi seçilmiş qovşağın dərəcəsinin k -ya bərabər olması ehtimalı kimi müəyyən edilir. Müxtəlif $P(k)$ ilə xarakterizə olunan şəbəkələr olduqca müxtəlif davranışlar nümayiş etdirirlər.

Təsadüfi böyük qrafda hər bir til bərabər ehtimalla iştirak edir və ya etmir, dərəcələrin paylanması binomial və ya Puasson paylanmasıdır. Digər tərəfdən, son empirik nəticələr göstərir ki, şəbəkələrin əksəriyyəti üçün dərəcələrin paylanması Puasson paylanmasından xeyli fərqlənir. Xüsusi halda, veb-şəbəkədə və İnternet marşrutizatorlarının şəbəkəsində qovşaqların dərəcələri üstlü qanunla paylanır: $P(k) \approx k^{-\alpha}$.

Qovşaqlarının dərəcələri üstlü qanunla paylanan şəbəkələr “miqyassız şəbəkələr” adlanır (ing. *scale-free networks*) [18]. Real mövcud olan mürəkkəb şəbəkələrdə məhz üstlü paylanmalara tez-tez təsadüf edilir. Üstlü paylanma zamanı çox yüksək dərəcəli qovşaqların mövcud olması mümkündür, bu, Puasson paylanmasına malik şəbəkələrdə praktiki olaraq müşahidə edilmir.

Albert Laslo Barabaşi «Əlaqəlilik: şəbəkələr haqqında yeni elm» kitabında [19] miqyassız şəbəkələr üzrə özünün yaratdığı riyazi aparatdan istifadə edərək, şəbəkə nəzəriyyəsində öz baxışlar sistemini qurur. Barabaşinin baxışlarının yeniliyi ondan ibarətdir ki, ona qədər sosial şəbəkələri təsadüfi hesab edirdilər. O göstərdi ki, bu şəbəkələr mürəkkəb daxili struktura malikdir. Şəbəkələrdə kiçik sayda əlaqələrə malik aktorlar və böyük sayda əlaqələrə malik aktorlar var; daxili infrastruktur onların xassələrini müəyyən edir; şəbəkələr kortəbii və ya kiminsə idarəsi altında yaranı bilər.

Barabaşi xüsusi halda göstərmişdir ki, əgər şəbəkə sistemi xarici tənzimləyicilərin təsiri olmadan təkamül edirsə, onda aktorlarda yaranan əlaqələrin sayı təsadüfi deyil. Ayrıca götürülmüş aktordakı əlaqələrin sayı Puasson qanunu üzrə deyil, loqarifmik qanunla paylanır. Buradan alınır ki, real şəbəkələrin əksəriyyətində aktorların əsas hissəsi məhdud sayda əlaqələrə, bəzi aktorlar – konsentratörlər isə (Barabaşi onları “hab” adlandırır) anomal böyük sayda əlaqələrə malikdir.

Sosial şəbəkə analizində tədqiqat problemləri

S.Vasserman və F.Pattison [21] şərti olaraq sosial şəbəkə analizində inkişaf mərhələlərini üç nəslə ayırırlar. Birinci nəsil tədqiqatların əsas mövzuları (1970-ci illərə qədər) fərdin qrupda vəziyyətinin kəmiyyətə ölçülməsi (kvantifikasiya); həmrəy qrupların analizi; balanslı diadik və triadik münasibətlərin struktur analizi; mövqələrin – struktur baxımından fərqlənməyən altqrupların, yəni digər fərdlərlə eyni əlaqə şablonlarına malik fərdlərin identifikasiyası. Modellərin ikinci nəslə 1970-ci illərdə P.Holland, S.Linard və başqaları tərəfindən böyük olmayan qruplarda münasibətlərin ehtimalını parametrik qiymətləndirən statistik modellərin işlənilməsi ilə yarandı [22-24]. Bu modelləri diadik əlaqələrin asılı olmaması fərziyyələri ilə qururdular. Modellərin üçüncü nəslə 1980-ci illərin sonları – 1990-cı illərin əvvəllərində meydana çıxmağa

başladı, onlar təsadüfi Markov qrafları ideyalarına söykəndilər [23]. Bu modellər daha ümidlidir və diadların asılı olmaması fərziyyəsindən azaddır, həmrəy qruplar, tranzitiv triadlar, qarşılıqlı əlaqəli diadlar, fərdi xarakteristikaların qrup strukturuna təsiri haqqında statistik hipotezləri yoxlamağa imkan verir.

Hazırda mürəkkəb sosial şəbəkələrin öyrənilməsi, şəbəkələrdə dinamika və informasiyanın yayılması, riyazi modellərin ciddilik səviyyəsinin yüksəldilməsi, müxtəlif sahələrdən ümumi anlayışların mücərrədləşdirilməsi, şəbəkə strukturunun daha yaxşı eksperimentləri və ölçmələri, şəbəkələrin layihələndirilməsi və sintezi üzrə fəal tədqiqatlar aparılır. Müxtəlif nəşrlərin və konfrans materiallarının analizi göstərir ki, çox böyük şəbəkələrin modelləşdirilməsi və dinamik şəbəkələrin analizi kimi iki istiqamət tədqiqatların ön cəbhəsini təşkil edir. Aşağıda bu istiqamətlərin bəzi xüsusiyyətləri qısaca analiz edilir.

Böyük miqyaslı sosial şəbəkələr. Sosial şəbəkə analizi üçün verilənlərin ənənəvi mənbələri (sorgu, müsahibə, arxiv, müşahidə, informant, gündəlik, mətbuat və s.) böyük həcmdə verilənləri toplamağa imkan vermirdi və analiz kiçik sosial qruplarla kifayətlənirdi. Hazırda sosial şəbəkə saytlarının, telefon zəngləri loqlarının, veb-şəbəkə loqlarının və s. nəhəng bazaları sosial şəbəkə analizinə cəlb olunur [24-28]. Məsələn, *LiveJournal* bloq cəmiyyətində bəyan edilmiş dostluqların 4.4 milyon qovşaqdan ibarət şəbəkəsi [25], *Microsoft Instant Messenger*-də bir ay ərzindəki bütün *IM* ünsiyyətlərin 240 milyon qovşaqdan ibarət şəbəkəsi [26] üzərində tədqiqatlar məlumdur.

Lakin böyük miqyaslı sosial şəbəkələrin modelləşdirilməsində bir sıra problemlər vardır. Ən vacib problem ondadır ki, təklif edilən həllər böyük həcmli və heterogen verilənlər toplularını emal etməyə qadir deyillər. Ənənəvi verilənlər saxlancına əsaslanan yanaşmalar bu problem qarşısında kifayət qədər səmərəli deyillər. Onların əksəriyyəti SQL-kimi ümumi məqsədli sorgu dillərini təmin etməyə cəhd edirlər və sosial şəbəkə analizini birbaşa dəstəkləmir. Ənənəvi SŞA-nin istifadə etdiyi verilənlərlə (istifadə loqları, sorgu loqları, sənəd topluları) yanaşı, multimedia verilənlərinin də (şəkillər və onların annotasiyaları, çoxkanallı istifadə verilənləri) analizə cəlb edilməsi vacibdir. Digər tərəfdən, mövcud SŞA alətləri də, əsasən, bir işçi stansiya rejimində istifadə edilir və yetərinə genişlənmə bilmir. Bu problemi həll etmək üçün sosial şəbəkə analizi ilə verilənlərin intellektual analizinin konvergensiyası (*Social Network Analysis and Mining, SNAM*) vacibdir.

Hazırda *SNAM* aşağıdakı əsas sahələri əhatə edir [29-36]:

1. icmaların aşkarlanması və analizi, fərdi və sosial fəaliyyət baxımından fərdiləşdirmə, istifadəçilərin davranışının analizi üçün verilənlərin intellektual analizi üsullarının inkişaf etdirilməsi, sosial şəbəkələrin robastlığı və təhlükəsizliyi, icmalarda pis davranışların aşkarlanması;
2. sosial şəbəkə modelləşdirilməsi, miqyaslanan, sifarişli sosial şəbəkə infrastrukturunun qurulması, sosial şəbəkədə informasiyanın yayılması, sosial şəbəkələrdə dinamikanın, evolyusiyaya şablonlarının və şəbəkə evolyusiyasında anomaliyaların aşkarlanması, sosial şəbəkə topologiyalarının zaman üzrə analizi, trendlərin proqnozlaşdırılması, sosial şəbəkələrin kontekstual analizi, sosial şəbəkələrdə axtarış alqoritmləri, böyük miqyaslı qraf alqoritmləri.

Dinamik şəbəkələrin analizi. Dinamik şəbəkələrin analizi – ənənəvi sosial şəbəkə analizini, əlaqə analizini (ing. *link analysis*) və multi-agent sistemlərini [37] şəbəkə nəzəriyyəsi daxilində birləşdirən yeni elmi istiqamətdir. Dinamik şəbəkələr ənənəvi

sosial şəbəkələrdən onunla fərqlənir ki, onlar daha dinamik, böyük, müxtəlif tipli, multipleks şəbəkələrdir və dəyişən səviyyəli qeyri-müəyyənliklərə malik ola bilər. Bu sahədə iki cəhət var. Birinci cəhət dinamik şəbəkə verilənlərinin statistik analizidir, ikinci cəhət şəbəkə dinamikasını öyrənmək üçün imitasiya modelləşdirilməsindən istifadə edilməsidir.

Ənənəvi sosial şəbəkə analizinin alətləri eynitipli və ya ən çoxu ikitipli şəbəkələrdə işləyir və baxılan anda yalnız bir əlaqə tipini analiz edir. Bunun əksinə, dinamik şəbəkə analizinin statistik alətləri böyük miqyaslı şəbəkələr üçün optimallaşdırılır və eyni zamanda bir neçə müxtəlif tipli multipleks şəbəkəni analiz etməyə imkan verirlər.

Dinamik şəbəkə analizinin statistik alətləri istifadəçiyə daha çox ölçmə məlumatları verə bilər, çünki onlar eyni zamanda bir neçə şəbəkədən alınmış verilənləri ölçürlər. Kompüter modelləşdirməsi baxımından dinamik şəbəkə analizində qovşaqlar kvant nəzəriyyəsidəki atomlar kimidir, onlarla stoxastik obyektlər kimi davranmaq olar. Ənənəvi sosial şəbəkə analizi modellərində qovşaqlar statistikdir, dinamik şəbəkə analizi modellərində isə qovşaqların öyrənmə qabiliyyətləri var. Atributlar zamana görə dəyişə, qovşaqlar yeni biliklər öyrənə və şəbəkədə öz dəyərlərini artırmağa bilər: şirkətin əməkdaşları yeni biliklər öyrənə və şəbəkədə öz dəyərlərini artırmağa bilərlər. Dəyişiklik bir qovşaqdan digərinə və s. doğru yayılır. Dinamik şəbəkə analizi şəbəkənin evolyusiyasına elementlər əlavə edir və dəyişikliklərin baş verə biləcəyi şəraiti nəzərdən keçirir.

Nəticə

Son yarım əsr ərzində sosial şəbəkə analizi sosiologiya, sosial psixologiya, antropologiya, riyaziyyat və kompüter elmlərində fəal tədqiqat sahəsi olmuş və hazırda fənlərarası tədqiqat sahəsinə çevrilmişdir. Bu gün sosial və texnoloji şəbəkələrin, məxsusi sosial struktura malik hesablama və informasiya şəbəkələrinin konvergensiyası baş verir. Hazırda sosial şəbəkə tədqiqatları onlayn sosial şəbəkə veb-saytlarının geniş yayılması və böyük miqyaslı müxtəlif oflayn sosial şəbəkələrin əlyətərliliyi sayəsində əhəmiyyətli dərəcədə inkişaf etməkdədir. Tədqiqatçılar sosial şəbəkələrdə ümumi statik topoloji xassələrin və sosial şəbəkələrin formalaşması və evolyusiyası zamanı, dinamik xassələrinin öyrənilməsi də daxil olmaqla, geniş spektrli problemlərin araşdırılmasına maraq göstərirlər. Bu məsələlərin icmaların tapılması, anomaliyaların aşkarlanması, tendensiyaların proqnozlaşdırılması ilə vacib əlaqələri var və informasiya axtarışı, tövsiyə sistemləri, idarəetmə, iqtisadiyyat, təhlükəsizlik və s. kimi bir çox sahələrdə sosial şəbəkə analizinin tətbiqlərini genişləndirə bilər.

Ədəbiyyat

1. Алгулиев Р.М., Юсифов Ф.Ф. Социальные сети как инструмент повышения эффективности механизмов государственного управления / Телекоммуникации, 2009, № 9, с.25-30.
2. Абдуллаева Ф.Д. Об одном методе построения отношений между персональными данными в социальных сетях / Проблемы управления и информатики, 2009, № 1, с. 118-123.
3. Wasserman S., Faust K. Social Network Analysis: Methods and Applications. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
4. Carrington P., Scott J., Wasserman S. Models and Methods in Social Network Analysis. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

5. Freeman L.C. The Development of Social Network Analysis: A Study in the Sociology of Science. Vancouver: Empirical Press, 2004. 208 p.
6. Moreno J.L. Sociometry, experimental method and science of society. N.Y.: Beacon House, 1951.
7. Radcliff-Brown A.R. Structure and function in primitive society. New York: Free Press, 1952.
8. Warner W.L. The Status System of a Modern Community. New Heaven, 1942.
9. Barnes J.A. Class and committees in a Norwegian island parish / Human Relations, 1954, V.7, N.1, pp.39-58.
10. White H., Boorman S., Breiger R. Social structure from multiple networks. I.: Blockmodels of roles and positions / American Journal of Sociology, 1976, V.81, N.4, pp. 730-780.
11. White H., Boorman S. Social structure from multiple networks II: Role structures / American Journal of Sociology, 1976, V.81, N.6, pp.1384-1446.
12. Freeman L.C. Visualizing Social Networks / Journal of Social Structure, 2000, V.1, N.1.
13. Granovetter M.S. The Strength of Weak Ties / American Journal of Sociology, 1973, V.78, pp. 1360-1380.
14. Milgram S. The small world problem / Psychology Today, 1967, V.2, N.1, pp.60-67.
15. Watts D.J., Strogatz S.H. Collective dynamics of small-world networks / Nature, 1998, V. 393, pp. 440-442.
16. Robins G.L., Pattison P., Woolcock J. Small and other worlds: Global network structures from local processes / American Journal of Sociology, 2005, V.110, N.4, pp.894-936.
17. Kleinberg J. The small-world phenomenon: an algorithm perspective // Proceedings of the thirty-second annual ACM symposium on Theory of computing, pp. 163-170.
18. Barabási A.-L., Albert R. Emergence of scaling in random networks / Science, 1999, V.286, N.5439, pp.509-512.
19. Barabási A.-L. Linked: The New Science of Networks. Cambridge, MA: Perseus, 2002.
20. Newman M.E.J. The structure and function of complex networks / SIAM Review, 2003, V.45, N. 2, pp.167-256.
21. Wasserman S., Pattison P. Logit models and logistic regression for social networks: I. An introduction to Markov graphs and p_ / Psychometrika, 1996, V.61, N.3, pp.401-425.
22. Holland P.W., Leinhardt S. An exponential family of probability distributions for direct graphs / Journal of the American Statistical Association, 1981, V.76, N.373, pp.33-50.
23. Frank O., Strauss D. Markov graphs / Journal of the American Statistical Association, 1986, V.81, N.395, pp.832-842.
24. Mislove A., Marcon M., Gummadi K., Drusche P., Bhattacharjee B. Measurement and Analysis of Online Social Networks // Proceedings of the 7th ACM SIGCOMM conference on Internet measurement, 2007, pp. 29-42.
25. Liben-Nowell D. The Structure of Social Networks / MITACS/MASCOS Workshop on Fusion, Mining and Security for Networks. Montreal, 16 June 2008.

26. Leskovec J., Horvitz E. Planetary-Scale Views on a Large Instant-Messaging Network // Proceeding of the 17th international conference on World Wide Web, 2008, pp. 915-924.
27. Onnela J.-P. et al. Analysis of large scale weighted network of one-to-one human communication // New Journal of Physics, 2007, V.9, N.6, pp.179.
28. Uchida M., Shibata N. Identification and Visualization of Emerging Trends from Blogosphere // Proceedings of International Conference on Weblogs and Social Media (ICWSM), 2007, pp. 305–306.
29. Давыдов А.А. Системная социология: введение в анализ динамики социума. М.: ЛКИ, 2007. - 248 с.
30. Newman M.E.J., Girvan M. Finding and evaluating community structure in networks / Physical Review E, 69, 026113, 2004, pp.56-68.
31. Kleinberg J. Challenges in mining social network data: processes, privacy, and paradoxes // Proceedings of the 13th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining, 2007, pp. 4-5.
32. Barrat A., Barthélemy M., Vespignani A. Dynamical Processes on Complex Networks. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
33. Caldarelli G., Vespignani A. Large Scale Structure and Dynamics of Complex Networks: From Information Technology to Finance and Natural Science. London: World Scientific Publishing Company, 2007.
34. Linkletter C. Social network analysis: practical and statistical challenges / Health Services and Outcomes Research Methodology, 2008, V.8, N.4, pp. 270-272.
35. Bin Zhou, Jian Pei Preserving Privacy in Social Networks Against Neighborhood Attacks // Proceedings of the 2008 IEEE 24th International Conference on Data Engineering (ICDE 2008), pp.506-515.
36. Shrivastava N., Majumder A., Rastogi R. Mining (Social) Network Graphs to Detect Random Link Attacks // Proceedings of the 2008 IEEE 24th International Conference on Data Engineering (ICDE 2008), pp.486-495.
37. Uhrmacher A., Weyns D. Multi-Agent Systems: Simulation and Applications. Boca Raton: CRC Press, 2009.

УДК 004:351

Имамвердиев Я.Н.

Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан

yadigar@lan.ab.az

Анализ социальных сетей: понятия, модели и проблемы исследования

Сервисы социальных сетей создают новые возможности для взаимодействия людей и обуславливают возникновение новых способов и средств влияния на общество. В этой работе проанализированы основные понятия социальных сетей, этапы формирования анализа социальных сетей и оригинальные идеи в этой области, указано применение анализа социальных сетей. Идентифицированы актуальные научные проблемы в области анализа социальных сетей и изучено их современное состояние.

Ключевые слова: социальная сеть, актер, анализ социальных сетей, сила слабых связей, феномен малых миров, бесмасштабные сети, моделирование сверхбольших сетей, анализ динамических сетей, мультиагентное моделирование социальных явлений.

Imamverdiyev Y.N.

Institute of Information Technology of ANAS, Baku, Azerbaijan

yadigar@lan.ab.az

Social Network Analysis: concept, models and research challenges

Social networking services create new opportunities for social interaction of people and cause the emergence of new methods and techniques to influence on society. The paper analyses main concepts of social networks, the stages of formation of social network analysis and original ideas in this field, and points out the applications of social network analysis. Actual research directions in social network analysis are identified and the state-of-the-art of these problems is analyzed.

Keywords: social network, actor, social network analysis, weak ties' strength, small world phenomena, scale-free network, large-scale network modeling, dynamic network analysis, multi-agent based social modeling.