

UOT 004.73

Cabbari Lott C.¹, Haşemi M.M.²

¹AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

²BDU-nun Tətbiqi Riyaziyyat Elmi-Tədqiqat İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

¹jalil.jabari@gmail.com, ²mehan121@yahoo.com

SİMSİZ SENSOR ŞƏBƏKƏLƏRİN SİNTEZİ PROBLEMLƏRİNİN ANALİZİ

Məqalədə “Ad-hoc” şəbəkələrinin xüsusi bir növü olan və bir sıra kiçik qovşaqlardan ibarət olan simsiz sensor şəbəkələrin imkanları, texniki məhdudiyyətləri və arxitekturası şərh edilmiş, onların yaradılması üçün lazım olan müxtəlif proqram təminatı və texniki aspektlər araşdırılmışdır. Simsiz sensor şəbəkələrin qurulması və yaradılmasında mövcud olan problemlər analiz edilmiş, onların aradan qaldırılması istiqamətində həlli tələb olunan məsələlər müəyyənləşdirilmişdir.

Açar sözlər: *Simsiz sensor şəbəkə, Ad-hoc şəbəkə, simsiz sensor şəbəkənin texniki məhdudiyyətləri.*

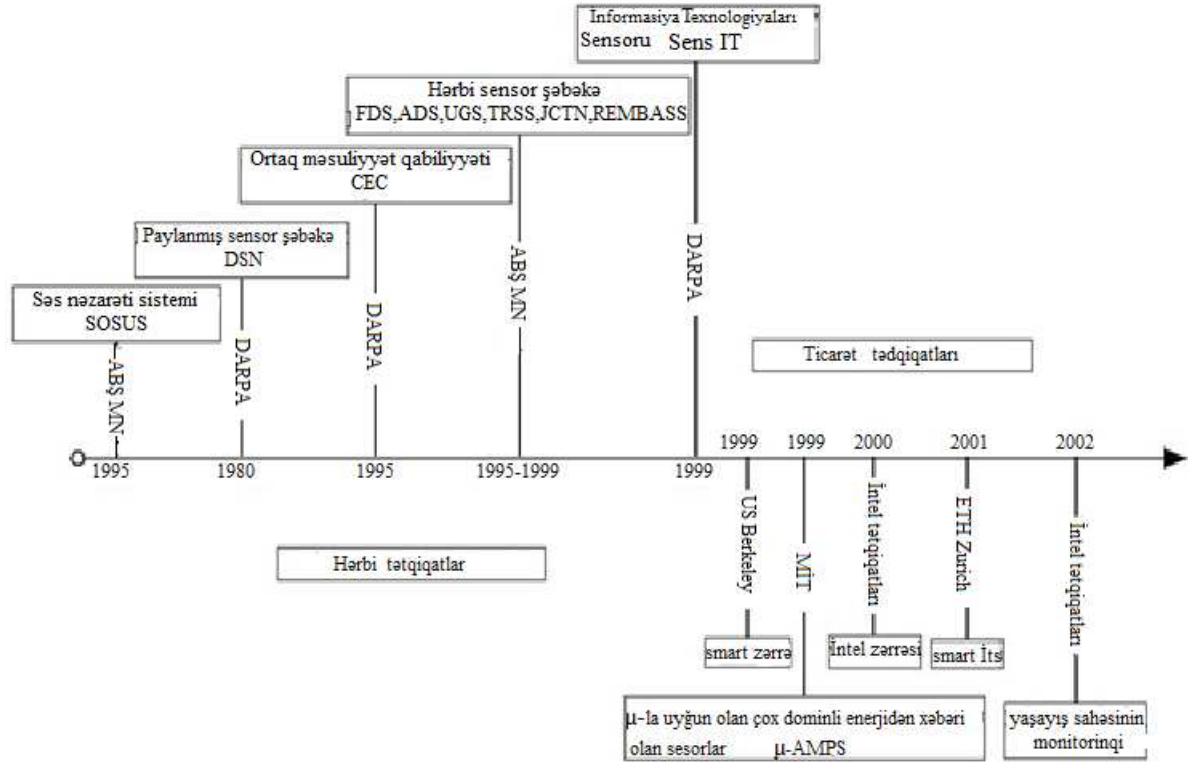
Giriş

Simsiz sensor şəbəkələr “Ad-hoc” şəbəkələrinin xüsusi bir növüdür və bir sıra kiçik qovşaqlar çoxluğundan ibarətdir. Simsiz sensor şəbəkələr ətraf mühiti müəyyən məqsədlə hiss etmək, informasiyanı emal etmək, saxlamaq, başqa qovşaqlarla informasiya mübadiləsi etmək və dəyişikliklərə (o cümlədən topologiya və s.) uyğunlaşma qabiliyyətinə malikdir. Adətən, bütün qovşaqlar oxşar olurlar və praktikada bir-birilə əlaqədə olaraq şəbəkənin əsas məqsədini təmin edirlər. Simsiz sensor şəbəkələrdə əsas məqsəd müəyyən bir ərazidə və yaxud mühitdə kimyəvi, fiziki və ya iqlim dəyişikliklərini və şəraitini nəzarətdə saxlamaq və idarə etməkdən ibarətdir.

Sensor şəbəkələrin ilk nümunələri, yeni ərazidə şəbəkə infrastrukturuna aid xüsusi cihazlar qurulmadan, hərbi qüvvələrin bir-birilə əlaqəsini təmin etmək məqsədilə yaradılmış və tətbiq olunmuşdur. Hərbi qüvvələrin dinamik və dəyişkən fəaliyyət mühitini nəzərə alaraq, sabit şəbəkələr avadanlığından istifadə etmək çox da əlverişli olmur. Digər tərəfdən, başqa simsiz kommunikasiya metodları 100 MHz-dən yüksək tezliklərdə işləyirlər, buna görə də ancaq birbaşa görmə imkanı olan zaman əlaqə mövcud olur. Bu problemlər sensor şəbəkələrindən istifadə etməklə tamamilə həll olunur. Çünki bu şəbəkədəki əlaqə çox addımlıdır (Multi Hop), yəni ötürücü və qəbuledici arasında birbaşa görmə əhatə dairəsinin olması və yaxud bir-birinin dalğa ərazisində olmaları lazım deyil, sadəcə olaraq bir sıra vasitəçi qovşaqdan istifadə edərək, ötürücü və qəbuledici arasında əlaqə yaranır. Qeyd etmək lazımdır ki, sensor şəbəkələrini təşkil edən hissələr, məhz elə həmin qovşaqlardan ibarətdir və qabaqcadan təyin olunan avadanlıqlara ehtiyac yoxdur.

Sensor şəbəkələrinin tarixi soyuq müharibə dövrünə (1950-ci illərin ortaları) və səs nəzarət sisteminə (SOSUS) gedib çıxır [1]. Bu sistem ABŞ tərəfindən Sakit okeanın şimal yatağında SSRİ-nin sualtı gəmilərini tapmaq və onları izləmək məqsədilə quraşdırılırdı. Bu şəbəkə hidrofondan (Hydrophone) ibarət olan bir geniş “Mesh” şəbəkəsidir ki, kabel vasitəsi ilə bir-birinə qoşulub okean mühitini əhatə dairəsində saxlayırdılar [2]. Hal-hazırda bu sistem “NOAA” milli müəssisəsi tərəfindən, okean yatağında baş verməkdə olan hadisələrə nəzarət etmək üçün istifadə edilir. Sensor şəbəkələrin hadisələri qeyd etməsi şəkil 1-də göstərilmişdir.

Sensor şəbəkələrinin istifadəsi 80-ci illərin sonlarında və 90-cı illərin əvvəllərində ABŞ Müdafiə Nazirliyi (DARPA) və başqa bir neçə ölkə tərəfindən davam etdirilib və həmçinin universitetlərdə tədqiqat qrupları tərəfindən bir sıra texnologiyalar təqdim olunurdu. Simsiz sensor şəbəkələr, 90-cı illərin ortalarında bir sıra standartların təyini ilə (o cümlədən IEEE1999 standartı) ticarət texnologiyası sahəsində meydana çıxdılar və simsiz kommunikasiya mövzusunda aktiv olan müxtəlif tədqiqat qrupları, qeyri-hərbi geniş potensialı bazarlara daxil oldular. Əslində, hal-hazırda ticari tətbiq tapan nümunələr, əvvəlki illərdə aparılan tədqiqat mühitlərindəki çalışmaların nəticəsidir.



Şəkil 1. Sensor şəbəkələrin hadisələri qeyd etməsi

Sensor qovşaqlarının hissələri

Sensor qovşaq hər bir sensor şəbəkənin ən kiçik və avtonom elementi olduğuna görə, bu şəbəkələrdə lazım olan protokolların və alqoritmlərin yaranması qovşağın hissəcikləri, avadanlıqları və onun texniki məhdudiyyətlərinin araşdırılmasını tələb edir. Bu məqsədlə, sensor qovşağın hissələri və real qovşağın xarakteristikaları təhlil olunmalıdır.

Hər bir sensor qovşaq, bir sıra daxili avadanlıqlara malikdir. Onların hər biri qovşağın qarşısındakı mümkün şəraitə və funksiyaya uyğun olaraq müəyyən əhəmiyyət daşıyır. Şəkil 2-də bir sensor qovşağın daxili hissələrinin bir-biri ilə necə əlaqədə olduqları göstərilmişdir. Bu hissələrin hər birinin daşdığı məsuliyyət aşağıdakı kimi ola bilər [3]:

Sensor: Sensor ətraf mühiti hiss etməklə, mühitdən öz əhatə dairəsində olan müəyyən parametrik dəyişikliklərin qiymətini bir elektron siqnal kimi formalaşdırır. Bu hissə bir neçə sensordan da ibarət ola bilər. Bu halda daha bir neçə mühitdən alınan parametrik dəyişiklikləri göstərmək mümkündür.

Analoqdan rəqəmsala çevirən konvertor: Sensor hissəsi tərəfindən qəbul edilən siqnal analoq mahiyyətə malik ola bilər. Buna görə də bu hissə əldə olan analoq siqnalı rəqəmsal siqnala çevirir ki, növbəti mərhələlərdə emal rahatlıqla yerinə yetirilsin.

Processor: Qovşağın mərkəzi processorundan ibarətdir, qovşağın işlərinin gedişatına nəzarət edir, informasiya üzərində emal və hesablama əməliyyatı da bu hissədə yerinə yetirilir.

Yaddaş: Emal üçün lazım olan informasiyanı və yaxud qəbul edilmiş verilənləri və həmçinin lazım olan mikroqramların müvəqqəti olaraq saxlanması üçün istifadə edilir.

Ötürücü və qəbuledici (Sender and reciver): Başqa qovşaqlarla əlaqə yaratmaq üçündür.

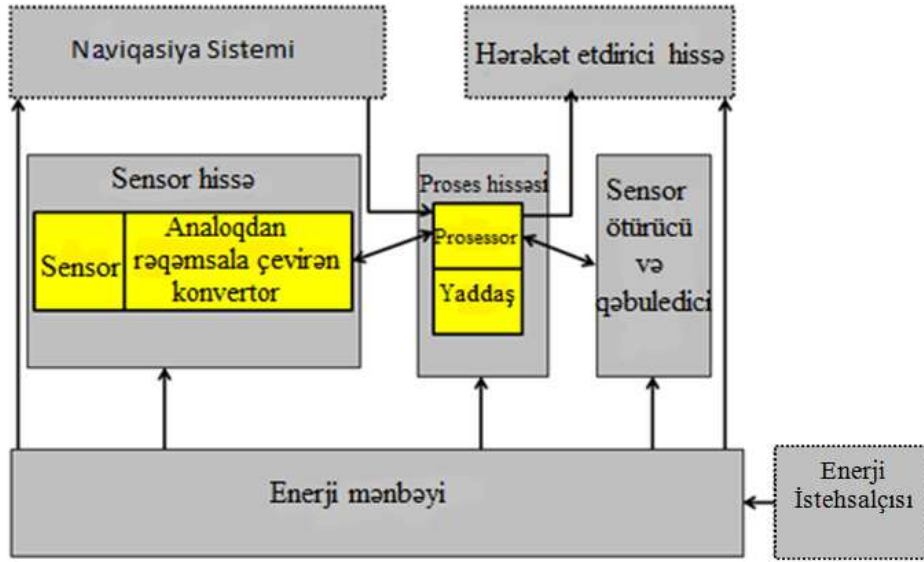
Enerji mənbəyi: Hər bir hissə üçün lazım olan enerjinin təmin olunması və verilməsi üçün istifadə olunur. Hər bir qovşaqda əminliklə demək olar ki, bir batareyadan istifadə edilir ki, istifadəsinin xüsusi şəraitindən asılı olaraq günəş enerjisi ilə də yenidən yüklənə bilər (charge).

Ancaq adətən belə olmur. Qovşağın daxilində də hər bir hissənin müəyyən enerjiyə

ehtiyacı vardır. Belə ki, ümumi güc və istismar olunan enerji hissələrin arasında elə bölünüb nəzarət olunmalıdır ki, yalnız lazım olan vaxt istifadə olunsun.

Koordinasiya sistemi: Bir sıra qovşaqlarda yerləşdirilib və çoxunda da mövcud deyil və qovşaqları mövqeyini tapmaq üçün istifadə olunur.

Hərəkət etdirici hissə: Bir sıra qovşaqlarda quraşdırılıb, ancaq çoxunda olmur və qovşağı hərəkətə salmaq üçündür. Onun məqsədi qovşağın fırlanması və yaxud az miqdarda tərpənməsi kimi xüsusi işləri təmin etməkdir.



Şəkil 2. Sensor qovşağının daxili hissələri

Sistemin iqtisadi səmərəliliyi, gözlənilən üstünlüklər, qovşaqların sayının çox olması və ideyaların real mühitdə tətbiq olunması kimi amillər hər bir qovşağı bir sıra texniki məhdudiyyətlərlə üz-üzə qoyub [4]. Bu amillər aşağıdakılardan ibarətdir:

Xərcin azlığı: Son sistem iqtisadi baxımdan sərfəli olmalıdır. Şəbəkədə qovşaqların sayı çox olduğu üçün, qovşağın xərclərinə nə qədər çox qənaət edilərsə, bütün şəbəkə səviyyəsində də bir o qədər çox qənaət etmək olar. Tədqiqatlar hər bir qovşağın xərcinin bir dollardan da aşağı olmasına yönəlmişdir.

Kiçik ölçü: Qovşaqlar, nəzarət altında saxladıkları ərazi hüdudlarına uyğun olaraq öz ölçüləri üçün müəyyən bir hissə təyin edirlər. Bu nisbət nə qədər (qovşağın ölçüsünün, nəzarətdə saxlanılan əraziyə görə) kiçik olarsa, şəbəkənin effektivliyi bir o qədər çox olar. Digər tərəfdən bir çox tətbiqi sahələrdə qovşaq gizli olmalı, görünməməli, xüsusi bir məkanda yerləşməlidir. Buna görə də onun kiçik ölçüyə malik olması lazımdır.

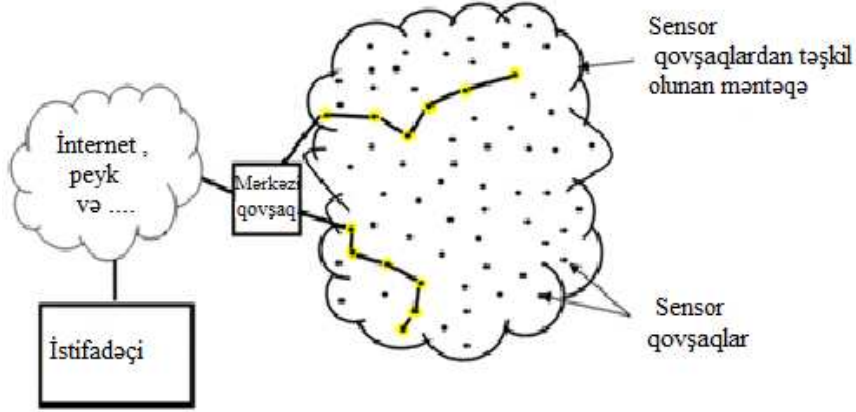
Enerji sərfinin az olması: Qovşaqların enerji mənbələri məhduddur və faktiki olaraq onların dəyişməsi və ya yenidən doldurulması mümkün deyil. Ona görə də mövcud enerjiden mümkün qədər yaxşı istifadə etmək lazımdır.

Bit axınının dərəcəsinin aşağı olması (low Bit Rate): Bir sıra limitlərin olması səbəbindən (o cümlədən enerji və s.) praktikada informasiyanın emal edilməsi və onun daşınması bir sensor qovşaqda aşağı sürətə malik olur.

Avtonom (müstəqil) olmaq: Heç bir qovşaq başqalarından asılı olmamalıdır və özünə aid olan funksiyaları öz vəziyyəti və şəraitini nəzərə alaraq yerinə yetirməlidir.

Uyğunlaşma qabiliyyəti: Ətraf mühitə nəzarət edərkən, istənilən zamanda şərait dəyişilə bilər. Məsəl üçün, qovşaqlardan biri sıradan çıxma bilər. Buna görə də hər bir qovşaq öz vəziyyətinə uyğun olaraq yeni şəraitə uyğunlaşma qabiliyyətinə malik olmalıdır. Simsiz sensor şəbəkələrinin əlaqələrinin arxitekturu şəkil 3-də verilmişdir [5]. Simsiz sensor şəbəkələrində

çoxlu sayda qovşaq ötürmə-qəbuletmə, emal etmə, mühiti hiss etmə və s. qabiliyyətlərə malik olmaqla, bir mühitdə müəyyən çərçivədə paylanıblar. Mərkəzi qovşaq tərəfindən göndərilən sorğular, baş vermiş hadisələr və ya hər bir qovşaq qarşısında qoyulan tapşırıqlar qovşaqlar arasında kommunikasiyanın yaranmasına səbəb olur. Daşınan informasiya sensor qovşaqların nəzarəti altında olan ərazinin vəziyyətindən hazırlanmış bir hesabatın mərkəzi qovşağa verilməsi və yaxud mərkəzi qovşaq tərəfindən sensor qovşaqlara verilən sorğu ola bilər.



Şəkil 3. Simsiz sensor şəbəkələrin arxitekturası

Mərkəzi qovşaq başqa telekommunikasiya şəbəkələri və sistemləri ilə sensor şəbəkənin kommunikasiya qapısı kimi, əslində sensor qovşaqlar tərəfindən gələn hesabatı qəbul edən son keçiddir və bir sıra əməliyyatdan sonra emal edilmiş informasiyanı (bir kommunikasiya daşıyıcı vasitəsi ilə, o cümlədən İnternet, peyk və s.), istifadəçiyə göndərir. Başqa tərəfdən, istifadəçinin tələbləri də bu qovşağın vasitəsi ilə şəbəkəyə daşınır.

Hər bir sensor qovşaq verilənlərin yaradılması və ya başqa qovşaqlar tərəfindən yaranan verilənlərin ötürülməsi və tənzimlənməsi vəzifələrindən birini yerinə yetirə bilər. Ümumiyyətlə, sensor şəbəkələrdə qovşaqların çoxu eyni zamanda hər iki rolu oynayırlar. Şəbəkə qovşaqlarının arasındakı əlaqələrin arxitekturu və onun strukturunun dizaynında və bərpasında çoxlu vacib amillərə, o cümlədən defektlər qarşısında dözümlülük, miqyaslaşma, istehsal xərci, əməliyyat mühiti, sensor şəbəkənin topologiyası, texniki məhdudiyyətlər, əlaqə qurmaq vasitəsi və avadanlıqları, istismar olunan enerjiyə və s. riayət olunmalıdır.

Sensor şəbəkələrin qurulması və yaradılması problemləri

Sensor şəbəkələrin qurulması və yaradılmasında müxtəlif amillərin təsiri bu sahədə çoxlu problemlər yaradır. Bu amillər əsasən aşağıdakılardan ibarətdir:

1. Marşrutlaşdırma: Sensor şəbəkələrinin əsas mahiyyəti belədir ki, yerinə yetirdikləri işlər lokal vəziyyətdə olmalıdırlar, çünki hər qovşaq ancaq öz qonşuları ilə əlaqədə ola bilər və şəbəkədə heç bir ümumi və global informasiya mövcud olmur (bu informasiyanın toplanması əlavə vaxt və xərc tələb edir). Qovşaqlar tərəfindən toplanan informasiya marşrutlaşdırma metodları vasitəsi ilə mərkəzi qovşağa göndərilməlidir.

2. Texniki avadanlıqların məhdudluğu: Hər bir qovşaq mümkün qədər yüngül və kiçik ölçülü hissələrə malik olmalıdır. Qovşaqlar mühitə, şəraitə uyğun olmalı, həm də az enerji sərfiyyatına, ucuz qiymətə malik olmalıdır. Qeyd olunanlar sensor qovşaqların yaranması və qurulmasında problemlər yaradan məhdudiyyətlərdir. Kiçik ölçülü və yüngül texniki avadanlıqlı layihələrin hazırlanması çoxlu iş tələb edən tədqiqat sahələrindən biridir. Burada sensorlar və simsiz əlaqələr sahəsini xüsusi ilə qeyd etmək olar. Az enerji tələb edən və daha çox sıx olan

integral sxemlərin istehsal texnologiyalarının inkişafı texniki məhdudiyyətlərin azalmasında çox vacib rol oynayıb.

3. Defektlər qarşısında dözümlülük və etibarlılıq: Hər bir qovşaq mühitdə baş verən hadisələr səbəbindən, məsələn, qəzalar və ya partlayışlar nəticəsində tamamilə məhv ola bilər və yaxud enerjisinin bitməsi səbəbindən işdən dayana bilər. Dözümlülük və etibarlılıq dedikdə, məqsəd odur ki, qovşaqların sıradan çıxması bütün şəbəkənin işinə təsir etməsin. Əslində etibarsız hissələr vasitəsi ilə bir etibarlı şəbəkə yaratmaq tələb olunur.

4. Topologiya. Şəbəkənin topologiyası, sensor şəbəkələrin ibtidai anlayışlarından biridir ki, başqa amillər, məsələn, marşrutlaşdırma və s. onun üzərində təyin olunurlar. Topologiyada çoxlu strukturlar mövcuddur ki, müxtəlif prioritetlər əsasında və fərqli şəraitlərdə, biri başqasına görə üstün olur. Hər bir strukturun seçilməsinə təsir edən amillər kimi, enerji istismarının azlığını, strukturun yığcamlığını, qovşağın əlaqə dərəcəsinin azlığını, defektlərə və konfliktlərə qarşı dözümlülüyünü və s. sadalamaq olar.

5. Miqyaslaşma qabiliyyəti: Hər bir şəbəkə, həm qovşaqların sayı, həm də onların paylanmaları baxımından miqyaslaşma qabiliyyətinə malik olmalıdır. Bir tərəfdən sensor şəbəkə yüzə, minlər və hətta milyonlarla qovşaq ilə işləmək qabiliyyətinə malik olmalıdır, başqa tərəfdən isə qovşaqların müxtəlif paylanma sıxlığını dəstəkləməlidir. Bir çox tətbiqi sahələrdə qovşaqların paylanma məsələsi təsadüfi xarakter daşıyır və onların oxşar vəziyyətdə və müəyyən sıxlıqla paylanması mümkün deyil. Qovşaqlar mühit amillərinin təsiri altında da öz yerlərini dəyişirlər. Odur ki, sıxlıq baxımından qovşaqların sayı bir neçə qovşaqdan bir neçə yüz qovşağa qədər dəyişilməyə qadir olmalıdırlar. Miqyaslaşma metodlarına da aid olan problemdir. Bir sıra metodlar miqyaslaşma qabiliyyətinə malik olmaya da bilərlər, yəni müəyyən və məhdud sayda qovşaqlar qrupu ilə işləyə bilərlər. Qarşıda isə bir sıra metodlar miqyaslaşma qabiliyyətinə malik olurlar.

6. Mühit şəraiti: Sensor şəbəkələrinin tətbiqi sahələrindən bir çoxu, elə mühitlərə aid olurlar ki, insanın oralarda olması mümkün deyil. Məsələn, kimyəvi, mikrob və ya nüvə amillərindən çirklənən mühitlər, okeanların yatağı, kosmos, hərbi mühit (düşmənin olduğu səbəbindən) və ya meşələr və heyvanların yaşayış yerləri (insanın olması onların qaçmasına səbəb ola bilər) və s. kimi mühitlər qeyd olunan mühitlərdəndir. Hər halda mühitin şəraiti qovşaqların dizaynında və yaranmasında nəzərdə tutulmalıdır. Məsələn, dənizlərdə və rütubətli mühitlərdə sensor qovşaqlar rütubətdən qorunan bağlamalarda yerləşdirilirlər.

7. Əlaqə vasitəsi: Sensor şəbəkələrdə qovşaqların əlaqələri ultraqırmızı radiodalğalar və ya optik daşıma vasitələri ilə yaranır. Radio əlaqə vasitəsi ən çox istifadə olunan vasitədir və elmi, tibbi və sənaye zolaqlarında istifadə olunur. Bu vasitənin istifadəsinə bir çox ölkədə icazə verilir. Radiodalğa əlaqə vasitəsinin tezliyinin təyin olunması, bir sıra texniki məhdudiyyətləri, antenanın yararlılığı və enerji istifadəsi səviyyəsini nəzərə almaqla yerinə yetirilir. Ultraqırmızı əlaqə vasitəsi, onun yaradılmasının rahat və ucuz başa gəlməsinə baxmayaraq, ötürücü və qəbuledicinin bir-birinin birbaşa görünmə əhatəsində olmasının qaçılmazlığına görə sensor şəbəkələri tərəfindən az istifadə olunur.

Son zamanlar optik əlaqə vasitəsi effektiv əlaqə vasitəsi kimi diqqət mərkəzindədir. Buna səbəb kimi, əlaqə vasitəsinin intellektual toz zərrəciklərindən istifadə etməsini xüsusilə qeyd etmək olar [10]. Əlaqə vasitəsinin qeyd olunan üç vasitə (radio, ultraqırmızı və optik) arasından seçilmək məsələsi, nəzarət altında olan tətbiqi sahəsinin xarakteristikalarını və məhdudiyyətlərini nəzərə almaqla yerinə yetirilir və sensor şəbəkələrinin yaranması və hazırlanmasında vacib məsələlərdən biridir.

8. Şəbəkənin ömrünün uzadılması: Qovşaqların ömrü onların mənbələrindəki enerjinin məhdudluğuna görə adətən qısa olur. Ondan başqa, bəzi hallarda qovşağın xüsusi mövqeyi problemi daha da sərtləşdirir. Məsələn, mərkəzi qovşağın qonşuluğunda olan qovşaq bir tərəfdən işin çoxluğu səbəbindən enerjisini tez əldən verə bilər, başqa tərəfdən isə onun sıradan çıxması mərkəzi qovşağın bütün şəbəkə ilə əlaqəsinin kəsilməsinə səbəb ola bilər ki, bunların da nəticəsində bütövlükdə şəbəkə sıradan çıxma bilər. Enerjinin tez tükənməsi

problemi qovşaqların az olduğu məntəqələrdə onların qeyri-müntəzəm formada paylanmasına aid olur. Belə hallarda qovşaqlarda enerji idarəedicişindən faydalanmaq və enerjini nəzərə alan metodların istifadəsi (kritik qovşaqlardan az istifadə etmək şərti ilə), daha əlverişli ola bilər. Qeyd olunanları nəzərə alaraq, sensor şəbəkələrində istifadə olunan mexanizmlər və qovşaqlar enerjiyə ciddi məhdudiyət kimi baxırlar və çalışırlar istismar olunan enerjinin səviyyəsinə uyğun işləsənlər ki, mümkün qədər az enerji istifadə olunsun və bu, sensor şəbəkənin uzun ömürlülüüyü ilə nəticələnsin.

9. Təhlükəsizliklər və müdaxilələr: Təhlükəsizlik məsələsi bir sıra tətbiqi sahələrdə, xüsusilə də hərbi sahələrdə kritik bir problemdir və bir sıra xüsusiyyətlərə görə sensor şəbəkələr müdaxilələr qarşısında zəif olurlar. Birinci xüsusiyyət şəbəkə əlaqələrinin simsiz olmasından ibarətdir ki, simsiz texnologiyadan faydalanmaq düşmənin işini müdaxilələrdə və təhlükəsizliyə qarşı fəaliyyətlərdə daha rahat edir. Başqa xüsusiyyət bütün şəbəkə üçün vahid bir əlaqə tezliyindən istifadə etməkdir ki, o da şəbəkəni gizli dinləmələrin qarşısını almaqda zəif edir. Növbəti xüsusiyyət topologiyanın dinamik olmasından ibarət olur, bu isə düşmən qovşaqlarının qəbul olunmasına zəmin yaradır. Marşrutlaşdırma protokolları, tıxac nəzarəti protokolları və şəbəkəyə müraciət layının protokolları çalışırlar ki, ən az xərclə və mümkün qədər az yüklə işləsənlər, bu da təhlükəsizlik problemlərini ortaya çıxardır. Sensor şəbəkələrinin zəif cəhətlərindən biri enerji mənbəyinin azlığından ibarətdir. Belə ki, düşmən maneə törədən bir qovşaq əlavə edir və onunla da ardıcıl olaraq yüksək enerji tələb edən və ciddi iş rejimində saxlayan ümumi yayım vəziyyətində mesajlar yaradır və bu prosesin davamı qonşu qovşaqları səbəbsiz olaraq adi vəziyyətdən çıxarır. Bu isə getdikcə, qovşaqların enerjisinin israfla istifadəsi və onların ömrünün qısalmasına səbəb olur. Məhdudiyətləri nəzərə alaraq, sensor şəbəkənin xüsusiyyətinə uyğun sadə və effektiv həll yolları tapmaq lazımdır. Əslində, sensor şəbəkələrinin təhlükəsizliyində çoxlu problemlər mövcuddur və bu sahənin özündə geniş və mürəkkəb tədqiqat sahələri ilə qarşılaşmaq olar.

10. Gözlənilməz amillər: Hər bir sensor şəbəkə çoxlu sayda qeyri-müəyyənliklərin nəticəsidir. Gözlənilməz amillərə misal olaraq sel, zəlzələ kimi təbii gözlənilməz amilləri, radio konfliktlər, simsiz əlaqələrdən istifadə, hər bir qovşağın işdən düşməsi, şəbəkənin marşrutlaşdırılması və strukturunun dinamikliyi, köhnə qovşaqların aradan götürülməsi və yeni qovşaqların əlavə olunması, qovşaqların həm nəzarət olunan, həm də təbii amillər təsiri altında yerdəyişmələri və s. nəticəsində yaranan problemləri göstərmək olar. Burada ortaya çıxan bir sual ondan ibarət ola bilər ki, belə bir halda, necə şərait yaratmaq olar ki, tətbiqi layın baxımından, şəbəkə bir etibarlı varlıq kimi böyük bir miqyasda etibarlı və müəyyən əməliyyat yararlılığına malik olsun! Sensor şəbəkələrinin mərkəzləşdirilmiş vəziyyətdə bir çox halda nəzarət qabiliyyətinə malik olmadıqlarını və onları avtomatik və yaxud yarım avtomatik işləmələrini nəzərə alaraq, onlar özləri müstəqil idarəetmə vasitəsi ilə problemləri aradan qaldırmağa qadir olmalıdırlar. Buna görə də sensor şəbəkələr özünü optimallaşdırma, özünü təşkil etmək və özünü sazlama xüsusiyyətlərinə malik olmalıdırlar.

Nəticə

Bu məqalədə sensor şəbəkələrin müxtəlif proqram təminatı və texniki aspektləri (sensor şəbəkələrinin yaranması üçün lazım olanlar) araşdırılmışdır. Son zamanlar diqqət mərkəzində olan sensor şəbəkələri çoxlu sayda (minlərlə qovşağa çata bilər) kiçik sensor qovşaqdan təşkil olunur ki, onlarda ucuz qiymət, yüksək səviyyədə imkanlar və zəif enerji ehtiyatına malikdirlər. Bu sensorlar bir sıra informasiyanı (temperatur, rütubət, təzyiq və s.) öz ətraf mühitlərindən qəbul edərək qonşu sensorlar üçün göndərir. Sensor şəbəkəsi, yeni bir nəzarət və idarəetmə modeli kimi təklif edilə bilər ki, elmi və qeyri-elmi sahələrdə, o cümlədən mühitə nəzarət, hərbi, nəqliyyat, tibb və s. kimi sahələrdə tətbiq oluna bilər. Sensor şəbəkələrin məhdudiyətlərini nəzərə alaraq, ona xas olan müxtəlif problemlərin həlli üçün yeni metodlar təklif olunmalıdır. Sensor şəbəkələrdə müzakirə olunan məsələlər kimi, marşrutlaşdırma, defektlərə qarşı dözümlülük və topologiyayı nəzarətdə saxlamağı göstərmək olar.

Ədəbiyyat

1. Nishimura C. E. and Conlon D. M., "IUSS Dual Use: Monitoring Whales and Earthquakes Using SOSUS", in: Proceedings of the Mar. Tech., Soc. Journal, 1994, Vol. 27, No. 4, pp. 13–21.
2. Hill J. and Culler D., "Mica: A wireless platform for deeply embedded networks", in: Proceedings of the IEEE Micro., 2002, Vol. 22, no. 6, pp. 12–24.
3. Akyildiz I. F., Su W., Sankarasubramaniam Y. and Cayirci E., "A survey on sensor networks", in: Proceedings of the IEEE Communication Magazine, August 2002, Vol. 40, pp. 102-114.
4. <http://www.pmel.noaa.gov/vents/acoustics/sosus.html>
5. Piyas M. and Mahgoub I., "Handbook of Sensor Networks: Compact Wireless and Wired Sensing Systems", in: Proceedings of the CRC Press, London, Washington, D.C., 2005.
6. Goldsmith A.J. and Wicker S.B., "Design challenges for energy-constrained ad hoc wireless networks", in: Proceedings of the IEEE Wireless Commun, August 2002, pp. 8–27.
7. Al-Karaki J.N. and Kamal A.E., "Routing techniques in wireless sensor networks: a survey". in: Proceedings of the IEEE Wireless Communications, 2004, Vol. 11, pp. 6–28.
8. Janakiram D., Venkateswarlu R. and Nitin S., "A survey on programming languages, middleware and applications in wireless sensor networks", in: Proceedings of the ITM-CSE-DOS-2005-04, 2005.
9. Estrin D., "Embedded Everywhere: A research agenda for network systems of embedded computers", in: Proceedings of the National Academy Press, 2001, Computer Science and Telecommunication Board (CSTB) Report, 2001.
10. Kahn J.M., Katz R.H. and Pister K.S.J., "Next century challenges: mobile networking for smart dust", in: Proceedings of the ACM MobiCom 99, Washington, USA, 2000, pp. 271–278.

УДК 004.73

Джаббари Лотф Дж.¹, Хашеми Мехрдад М.²

¹Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан

²НИИ Прикладной Математики при БГУ, Баку, Азербайджан

¹jalil.jabari@gmail.com, ²mehan121@yahoo.com

Анализ проблем синтеза беспроводных сенсорных сетей

В статье изложены возможности, технические ограничения и архитектура беспроводных сенсорных сетей, являющихся одним из особых типов Ad-hoc сетей, состоящих из множества узлов. Исследованы разные программные обеспечения и технические аспекты для создания беспроводных сенсорных сетей, которые способны ощущать окружающую среду с определенной целью, обрабатывать и сохранять информацию. Проанализированы проблемы, возникающие при разработке и создании беспроводных сенсорных сетей, определены задачи для решения перечисленных проблем.

Ключевые слова: *беспроводная сенсорная сеть, Ad-hoc сеть, технические ограничения беспроводных сенсорных сетей.*

Jabbari Lotf J.¹, Hashemi Mehrdad M.²

¹Institute of Information Technology of ANAS, Baku, Azerbaijan

²Institute of Applied Mathematics, Baku State University, Baku, Azerbaijan

¹jalil.jabari@gmail.com, ²mehan121@yahoo.com

Analysis of synthesis problems of wireless sensor networks

In the article capabilities, technical limitations and architecture of wireless sensor networks as a special type of "Ad-hoc" networks composed of a set of small nodes are stated. Various program software and technical aspects for building of wireless sensor networks that are able to sense environment with the special aim of processing and store of information are researched. Problems emerging at the processing and creation of the wireless sensor networks are analyzed, main tasks for the solution of the listed problems have been put forward.

Key words: *Wireless sensor network, Ad-hoc networks, technical limitations of wireless sensor networks.*