

T.X. Fətəliyev, B.S. Ağayev, T.S. Əliyev

SENSOR ŞƏBƏKƏLƏRİNİN ANALİZİ

*AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
tfat@itsc.ab.az, depart16@iit.ab.az, binam@itsc.ab.az*

Mikroelektronikanın müasir nailiyyətləri və naqilsiz rabitə texnologiyalarının tərəqqisi sensor şəbəkələrinin (SŞ) meydana çıxmasına və inkişafına gətirib çıxarmışdır.

Məlumdur ki, sensorlar temperatur, təzyiq, rütubət, səs, maqnit sahəsi, radiasiya və s. kimi parametrlərin dəyişməsinə qeydə alan vericilərin həssas elementidir. Sənayedə tətbiq edilən sensorlar böyük qabaritlərinə görə geniş istifadə oluna bilmirdi. Ona görə də onların fiziki ölçülərinin kiçildilməsi və şəbəkə şəklində istifadə edilməsinə böyük ehtiyac duyulurdu.

Hal-hazırda mikrosxemlərin miniatürləşməsi və şəbəkə texnologiyalarının inkişafı kiçik bir silisium kristalında hesablama bloklarının, həm də naqilsiz qlobal, lokal, şəxsi şəbəkələri dəstəkləyən bütün lazımi qurğuların cəmləşdirilməsinə imkan verir [1]. Nəticədə məkanca paylanmış obyektlərin idarə edilməsi və müşahidəsi vasitələrinin yeni tətbiqlərinin meydana çıxması üçün geniş şərait yaranmışdır.

SŞ-nin elementləri müstəqildirlər, yəni tərkibində şəbəkə üçün lazım olan hər bir vasitəyə malikdirlər. Qurğular xarici qida, kommunikasiya üçün naqillər, servis xidməti tələb etmir. Onlar elə işlənir ki, minimal güc tələb etsin, bu da daxili qida elementlərindən illərlə istifadə etməyə imkan verir. Bütün bunlar qurğuya ölçülərin, verilənlərin ilkin emalını müstəqil aparmağa və xarici informasiya sistemi ilə əlaqə saxlamağa imkan verir.

Sensor qurğuları vericilər, kompüter və kommunikasiya vasitələrinin imkanlarını özündə cəmləşdirən platformadır. Buna misal olaraq IEEE-nin spesifikasiyası əsasında layihələndirilən qurğunun prototipinə baxaq [2, 3]. Bu platformanı həyata keçirmək üçün SŞ-nin əsas elementləri olan sensor qurğuları fiziki olaraq iki lövhədə yerləşdirilir. Birinci lövhədə temperatur, rütubət, barometrik təzyiq və infraqırmızı vericilər, ikinci lövhədə isə mikroprosessor (tezliyi 4 mhs), 1 kbyat həcmli operativ yaddaş, proqram və vericilərin saxlanması üçün flash-yaddaş, qida mənbəyi və 900 mhs tezliyində işləyən radioverici/qəbuledici yerləşdirilmişdir. Sensor qurğusunda verici və mikroprosessorlardan başqa vericilərin xarakteristikalarını yadda saxlayan interfeys, ünvan bloku, analoq və rəqəmsal giriş çeviriciləri kimi köməkçi modullar da vardır.

SŞ-nin tipik struktur sxeminə nəzər salsaq görürük ki, bütün sensor qovşaqları vahid naqilsiz şəbəkə əmələ gətirir və informasiyanı mübadilə etməyə qabildirlər [4]. Bu zaman informasiyanın şəbəkənin uzaq qovşağından şlüzə ötürülməsi zəncir üzrə, bir qovşaqdan digərinə ötürmə vasitəsilə baş verir ki, bu da böyük əhatə zonası yaratmağa imkan verir. İnformasiya şlüz vasitəsilə əsas kompüterə, oradan da peyk rabitəsinin köməyi ilə mərkəzi verilənlər bazasına ötürülür.

Qeyd etmək lazımdır ki, hər bir konkret şəbəkə üçün sensorlar işləmək və istehsal etmək olduqca bahalı işdir. Lakin belə problemlərin həlli yaxşı məlumdur. Digər şəbəkə texnologiyalarında olduğu kimi burada da standartlaşdırma həyata keçirilir. Yaponiyanın Mitsubishi Electric Corp., Amerikanın Motorola və Philips Semiconductors kompaniyalarının yaratdıqları ZigBee Alyansı tərəfindən SŞ üçün IEEE 802.15.4 standartı işlənmişdir [5]. Burada Bluetooth (IEEE 802.15.1) və WiMedia (IEEE 802.15.3) standartları ilə birgə fəaliyyət, məhdud təsir məsafəsi və verilənlərin mübadiləsi sürəti nəzərdə tutulur (75 m-ə və 250 Kbit/san-yə qədər).

SŞ-nin reallaşması üçün lazım olan tədqiqatlar artıq bu gün aparılır. Bu sahədə lider kimi gələcəyin bütün qabaqcıl texnologiyalarını dəstəkləyən ABŞ-ın Intel korporasiyası tanınır. Bu korporasiyanın Berkli şəhərinin (Kaliforniya) universitetində yerləşən tədqiqat laboratoriyası özü-özlüyündə SŞ-nin tədqiqat mərkəzi sayılır [6]. Laboratoriya başlıca məqsəd kimi yuxarıda xatırlanan naqilsiz inteqrə olunmuş hesablama platforması – aşağı enerji israfı sensorun yaradılmasını görür və üç əsas istiqamətdə iş aparır: açıq əməliyyat sisteminin işlənməsi;

sensorlardan ibarət özü təşkil olunan şəbəkə texnologiyalarının yaradılması; onlar üçün tələb olunan proqramların işlənməsi. Artıq belə platformanın prototipi hazırlanmışdır və bu, tədqiqatçılara sensorların istifadəsinin effektiv yolunun axtarışına imkan verir. Hələlik bunlar kifayət qədər böyük qurğulardır - sensorun həcmi 5-6 kv.sm-dir, tədqiqatçılar yaxın gələcəkdə sensorun 1 kub mm həcmdə yerləşdirilməsinə nail olacaqlarına ümid edirlər. SŞ-nin əsas kriteriyaları tədqiqatçılar tərəfindən aşağıdakı kimi nəzərdə tutulmuşdur:

- bu istənilən əhatə zonasına malik və üzərinə qoyulan istənilən məsələni yerinə yetirən minlərlə sensordan ibarət naqilsiz şəbəkə olmalıdır;

- sensorlar çox az miqdarda enerji sərf etməlidirlər ki, uzun müddət ərzində batareyaları dəyişmədən işləyə bilsinlər; olduqca cəld işləməlidirlər; görünməyən, istismarda yüksək etibarlı və aşağı dəyərə malik olmalıdırlar.

Bu gün mövcud olan SŞ-dən az bir hissəsi yuxarıda qoyulan tələblərə cavab verir. Belə ki, indiki dövrdə şəbəkələr yalnız yüzədək sensordan ibarətdir, məhdud əhatə zonalıdır və yalnız dəqiq təyin olunan məsələləri yerinə yetirə bilirlər. Onlarda vericilər müəyyən tip informasiyanı verilmiş buraxma zolağında ötürməyə qabildirlər. Enerji sərfini çox kiçik adlandırmaq olmaz, batareyanın gücü yalnız bir neçə günə çatır. Mövcud sensor vericiləri hələ kifayət qədər ətalətlidir, yüksək etibarlılıq və istismarda "görünməməzlikdən" söz gedə bilməz. Əlbəttə belə sensorlar kifayət qədər bahalıdırlar, ona görə də yüz sensordan ibarət şəbəkə baha başa gəlir.

Sensorların təbabətdə tətbiqi xüsusilə çox ümidvericidir – ürək ritminin monitorinqi, həkimlərin avtomatik xəbərdarlığı üçün qan təzyiqi və bir sıra digər vacib göstəricilərin ölçülməsi və lazım gəldikdə təxirəsalınmaz köməyin göstərilməsi, xəstə və yaşlı adamların vəziyyətlərinin yüngülləşdirilməsi, adi həyatın rahatlığının yaxşılaşdırılması və s. [7]. Üzgüçülük hovuzu özü sərbəst olaraq suyun təmizliyinə nəzarət edə bilər. Bundan başqa binalarda olan tüstü detektorları nəinki yanğını qeydə alır, həm də yanğınsöndürənlərə tüstülənmənin hansı mərtəbə və otaqlarda daha çox və ya az olduğu haqqında məlumat verir.

SŞ intellektual ev şəbəkələrinin tərkib hissəsi kimi də çıxış edə bilər. ABŞ-ın Intel korporasiyasının texnoloji sərgidə göstərdiyi yeni texnologiyalardan biri də xəstələrə baxış ev sistemidir. Bu sistemlərin prototipi kiçik yarımkeçirici vericilərin ayaqqabı, mebel əşyaları və ev qurğuları kimi obyektlərə quraşdırılaraq yaşlı və məhdud fiziki imkanlı adamlara evdə adi həyat tərzini keçirməyə şərait yaratdığı nümayiş etdirdi. Bu isə bütövlükdə yaşlı nəslin problemini həll etməyin və yüklənmiş səhiyyə sisteminin işini yüngülləşdirməyin yaxşı həll yolu ola bilər. Beləliklə, yeni texnologiyalar yaşlı adamları layiqli və sakit həyatla təmin edərək peşəkar baxışa çəkilən xərcləri azaltmaqla bərabər xidmət personalının və ailə üzvlərinin işini də asanlaşdırır.

SŞ-nin istifadə imkanları ev və ya ofis hüdudlarından daha uzaqlara gedib çıxır. Onların daha aydın tətbiq sahələri kimi ekologiyaya və xilasetmə xidmətinə göstərmək olar. Böyük meşə massivini təsəvvür edək. Təyyarədən səpilmiş bu qurğular tez bir zamanda bir-biri ilə əlaqə yaradır və şəbəkə şəklində qurularaq informasiya toplamağa və ötürməyə hazır olur. Verilən parametrlərdən asılı olaraq sensorlar meşə yanğınlarının yaranmasına, ya da ki, azan turist qrupunun marşrutuna nəzarət edib "yaşıl okeanın" dəqiq monitorinqini özü təşkil olunan naqilsiz şəbəkə üzrə dispetçer mərkəzinə ötürə bilər. Bundan başqa SŞ məhsulun yetişməsinə nəzarət edərək fermerlərə cüvətiləri sulamaq ehtiyacının olduğunu bildirə bilər, eyni zamanda bu qurğular xüsusi icraedici mexanizmlər olan aktuatorlarla təchiz olunsa, onlar suvarma qurğularını açıb-bağlaya, yəni idarə edə bilərlər. Məntiq qurğuları quraşdırıb yerindəcə bir sıra emal aparmaqla, dispetçer mərkəzinə yalnız faydalı informasiya ötürər, beləliklə də trafik az yükləyərək, sürətin artmasına və ötürmə vaxtının azalmasına şərait yaratmış olar. Belə halda həmin şəbəkələr məntiq quraşdırılmış sensor şəbəkələri – Smart Sensor Networks adlandırılır.

SŞ istehsalat və ictimai yerlərdə iqlimin vəziyyətinə nəzarət edib, hətta onu idarə edə bilər. Onlar yollarda da az faydalı olmayacaqlar, belə ki, bir-biri ilə əlaqəyə girib maşınların axınına tənzimləyərək tıxac problemini həll edə bilərlər. Bu halda yol hərəkəti qaydalarının pozulmasına nəzarət problemi özü-özünə həll olunur.

SŞ-nin elektrik təchizatının idarə edilməsi üçün istifadəsi çox böyük elektrik enerjisinə qənaət etməyə imkan verir [8]. Belə idarəedici şəbəkəni mənzilinizdə təsəvvür edin. Sizin

yerinizi təyin etməklə vericilər bütün otaqlarda arxanızca işığı söndürə və ya daxil olduqda qoşa bilirlər. Əgər belə şəbəkələr küçə və yolların işıqlanmasına nəzarət üçün istifadə edilsə, elektrik enerjisinin çatışmamazlığı problemi özü-özünə yox ola bilər.

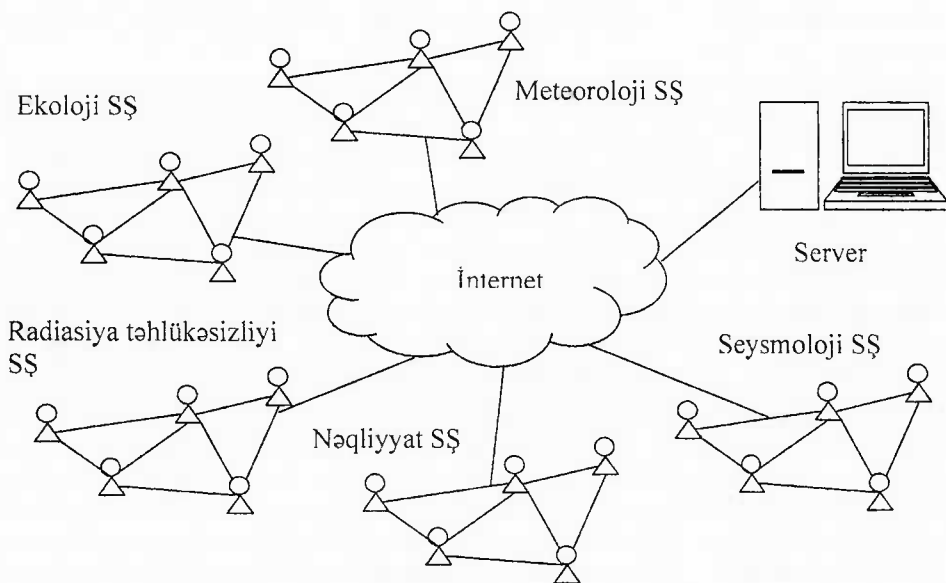
SŞ-nin tətbiq sahələrindən biri də kənd təsərrüfatıdır. Sensorlar vasitəsilə yığılan informasiya maksimal məhsuldarlığın təmin olunması üçün istifadə oluna bilər.

Bu şəbəkələrin tətbiq ediləcəyi sahələrdən biri də ekologiya və hidrometeorologiyadır. Ekologiyada tətbiq edilən SŞ ətraf mühitin çirklənməsinin qarşısını vaxtında almış olardı. Hidrometeorologiyada tətbiq olunan sensorlar havanın vəziyyəti barədə informasiyanın mərkəzə operativ ötürülməsinə xidmət edərdi.

Eyni zamanda seysmologiyada tətbiq olunan şəbəkələr zəlzələlərin qeydiyyatı haqqında operativ informasiya verərdi. Bioinformatikada tətbiq olunan sensorlar müxtəlif dendrarilərin idarə edilməsini həyata keçirərdi. Çaylar üzərindəki su anbarlarında qurulmuş sensorlar suyun parametrlərinə nəzarəti həyata keçirərdi. Eləcə də bu şəbəkələri GIS, televiziya, aviasiya və digər sahələrdə də tətbiq etmək olar.

SŞ-nin imkanlarını İnternet texnologiyaları ilə birləşdirsək, onda real dünya hadisələri haqqında dəqiq təsəvvürü təmin edən alət əldə etmiş olarıq. Məlumdur ki, İnternet insanlar arasında kommunikasiya funksiyalarını, digər tərəfdən onların informasiya tələbatını ödəmək məqsədilə yaradılmışdı. Düzdür, son zamanlar İnternet üzərində başqa tətbiq sahələri də meydana çıxmağa başlamışdır. Məsələn, E-banking, distant təhsil, e-kommersiya və s. Hansı tətbiq sahəsinin meydana çıxmasından asılı olmayaraq İnternet insanlarla təmasda olur. Başqa sözlə, insanlar İnternetə qoşulmuş kompüterlərin klaviaturası və digər multimedia informasiyasının daxil və xaric edilməsi vasitələri ilə informasiya mübadiləsini aparırlar. SŞ-də isə mikrokompüterlər insanlar arasında yox, təbii-fiziki proseslərin parametrlərinin ölçülməsi və çevrilməsindən alınmış məlumatların mübadiləsi və ya müxtəlif məqsədlərlə yaradılan mərkəzi bloka ötürülməsini yerinə yetirir.

Əgər SŞ İnternet üzərində reallaşarsa insanlar tək-cə öz aralarında yox, eyni zamanda təbiətlə də təmas yaratmış olarlar. Bu o deməkdir ki, insan artıq Yer kürəsində geniş coğrafi məkanda bütün təbii prosesləri nəzarətə gətirmək, monitorinqini aparmaq və ən başlıcası idarə etmək imkanı qazanır. Bununla da SŞ İnternetin inkişafının keyfiyyətə yeni mərhələsinə keçməsinə təkan verəcəkdir. Belə ki, İnternetə qoşulmuş SŞ-nin hər bir sensoru IP ünvanı almaqla qlobal SŞ-nin qurulmasına şərait yaradacaqdır (şək.1).



Şəkil 1. Qlobal sensor şəbəkəsinin struktur sxemi

Dünyada gedən proseslərə uyğun ölkəmizdə də İnformasiya Cəmiyyətinin qurulması və İKT-nin inkişafı sahəsində intensiv işlər aparılır. "İnformasiya Cəmiyyətinin" problemlərinə həsr olunmuş 2003-cü il Cenevrə, 2005-ci il Tunis sammitlərində ölkəmizin fəal iştirakı buna bariz misaldır.

Sensor şəbəkələrinin tətbiqi ölkənin informasiya infrastrukturunun inkişafında çox vacib rol oynaya bilər, çünki indiki dövrdə bu, informasiya axınlarının bütün ərazi üzrə paylanmasının ən qənaətli və sadə üsuludur.

Sonda qeyd edək ki, hesablama texnikası və rabitə vasitələrinin inkişafı ilə yeni era – naqilsiz şəbəkələr və paylanmış hesablama erası başlanmışdır. SŞ-nin istifadə imkanı bəşəriyyətin praktiki olaraq bütün fəaliyyət dairəsinə yayılmışdır. Onlar kompüterin universal hissiyyat orqanları kimi meydana çıxaraq real dünyada baş verənlər haqqında informasiya almaq və onlara reaksiya vermək imkanlarına malik olacaqdır. Bununla da kompüterlərin fəaliyyət sahəsi bir neçə dərəcə genişlənəcək və bütün dünyada fiziki obyektlər onlar tərəfindən tanınacaqdır. SŞ-nin İnternet əsasında həyata keçirilməsi təbii proseslərin nəzarəti, monitorinqi və idarə olunması üçün geniş imkanlar açır.

Ədəbiyyat

1. Зубинский А. Распыленная разумность // Компьютерное Обозрение, №8, 2003, с. 73-74.
2. Бараш Л. Ячеистые сети – следующий шаг в развитии беспроводных технологий // Компьютерное Обозрение, №3, 2004, с. 50-52.
3. Бараш Л. Многообразие стандартов беспроводных технологий // Компьютерное Обозрение, №10, 2003, с. 61-62.
4. Пахомов С. Беспроводные сенсорные сети: миф или реальность? // Компьютер Пресс, №10, 2002, с. 47-49.
5. Стандарты и технологии (беспроводные системы) // Электронные компоненты. №5, 2003, с. 79-83.
6. www.intel.com/research
7. Carmen C.Y. Poon, Yuan-Ting Zhang, and Shu-Di Bao. A novel biometrics method to secure wireless body area sensor networks for telemedicine and m-health // IEEE Communications Magazine. April 2006, Vol. 44, No. 4, pp. 73-81.
8. Raghunathan V., Ganeriwal S. and Srivastava M. Emerging techniques for long lived wireless sensor networks // IEEE Communications Magazine. April 2006, Vol. 44, No. 4, pp. 108-114.