

## Оршил

Дэлхий дахинд шинэ технологиуд ар араасаа цувран гарч та биднийг гайхан бишрүүлсээр байгаа билээ. Сүүлийн үед интернэт болон сүлжээнд эрчээ авч, манайд ч энгийн хэрэглээ болоод байгаа технологи бол утасгүй сүлжээ юм. Тэгвэл wireless болон wimax нь өргөн зурвасын интернэтэд радио долгионоор холбогдох технологийг хэлнэ. Холболт, найдвартай ажиллагаа зэргээрээ хамгийн сүүлийн үед тэргүүлж байгаа шинэ технологи нь Wireless сүлжээ юм. Интернэтэд холбогдоно гэхээр л жижиг төхөөрөмжүүд, дээр нь ширээний ар өврөөр хөвөрсөн, учир нь олдохгүй их кабель утаснууд санаанд чинь бууж байгаа биз. Утасгүй интернэт гэхээр бидэнд жижиг төхөөрөмж буюу антенн хэрэг болно. Түүнийг зөөврийн утасгүй модем гэж ойлгож болно. Өгөгдлийг радио давтамж ашиглан агаараар дамжуулна гэсэн үг. Хиймэл дагуулаас цацалтын төв станц өгөгдлийг хүлээж авч ойр орчмын зайдаа түгээнэ. Сигналыг зөөврийн модем хүлээн авч танд дамжуулах үүргийг гүйцэтгэнэ.

## **БҮЛЭГ I. УТАСГҮЙ МЭДРЭГЧТЭЙ СҮЛЖЭЭНИЙ ЕРӨНХИЙ ОЙЛГОЛТ**

### **1.1. Wireless network буюу утасгүй сүлжээний ерөнхий ойлголт**

Утасгүй сүлжээ гэдэг нь 2 ба түүнээс дээш төхөөрөмж тархалтат долгион (spread spectrum division multiplexing) эсвэл OFDM(Orthogonal frequency division multiplexing) хувиргалтын технологи ашиглан утасгүй холбогдон мэдээлэл солилцохыг хэлнэ.

Сүлжээний нууцлал, хамгаалагч, IP хаяг хуваарилалт, хэрэглэгчдийн ажиллагааг утасгүй сүлжээний замчлагч нь ихэнхдээ удирдан зохион байгуулдаг. Хэрвээ олон давхар байшин, хол зайтай холболтын үзүүрүүдтэй эсвэл тус тусдаа байртай нөхцөлд хандалтын цэг, дохио дахин дамжуулагч (repeater), гадаа хандалтын цэг (outdoor access point) зэрэг нэмэлт утасгүй сүлжээний төхөөрөмжийг ашиглан сүлжээний хамрах хүрээг өргөтгөж болдог.

#### **1.1.1 Утасгүй сүлжээний давуу тал**

- Хүссэн газраасаа сүлжээнд холбогдох боломжтой.
- Сүлжээний хүрээнд шилжилт хийж хөдлөх боломж олгоно.
- Утасгүй сүлжээг суурилуулахад хялбар учир нь утсан сүлжээ шиг кабель татахаас эхлээд асуудал гарахгүй.
- Утасгүй сүлжээнд хэрэглэгчид утас кабель ашиглан холбогдох шаардлагагүй байдаг тул өргөтгөхөд хялбар.
- Утасгүй сүлжээний төхөөрөмж нь үнэтэй мэт боловч утастай сүлжээг өргөтгөх, суурилуулах зардал, цаг хугацаатай харьцуулбал хамаагүй бага байдаг.

#### **1.1.2 Утасгүй сүлжээний ач холбогдол**

Утасгүй сүлжээ өргөн дэлгэр тархсан нь түүний хэрэглэхэд хялбар байдал, зардлын хэмнэлт, бусад сүлжээтэй хялбархан нэгтгэх боломж зэрэгтэй холбоотой юм.

#### **1.1.3 Утасгүй сүлжээний нууцлал, хамгаалалт**

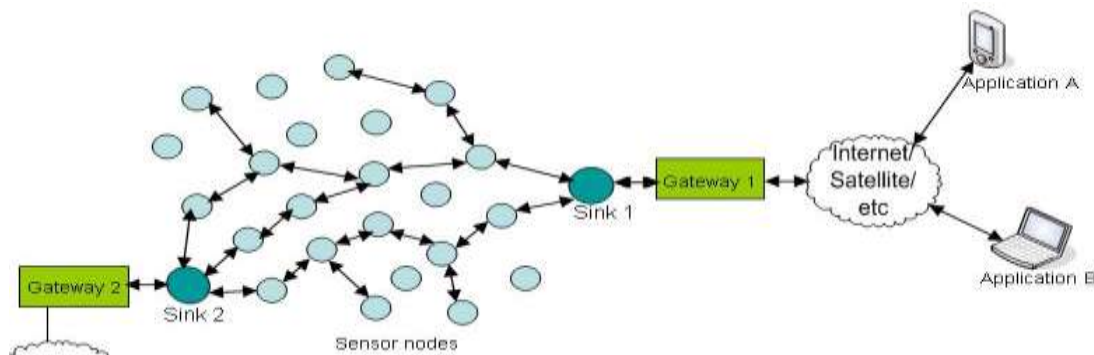
Утасгүй сүлжээ нь хэрэглэхэд хялбар хэдий ч хана туургаар тусгаарлан бодитоор хаах боломжгүй учраас нууцлалт хамгаалалтыг сайн анхаарах хэрэгтэй. Орчин үед түгээмэл

гарч байгаа асуудал бол утасгүй сүлжээгээ суурилуулахдаа нууцлал хийгээгүйгээс ердөө байшингийнх нь гадаа зогсож байгаад сүлжээнд нь зөвшөөрөлгүй нэвтрэх тохиолдлууд гардаг бөгөөд сүлжээнд хэн нэвтэрч байгааг бараг мэдэх аргагүй юм. Утасгүй сүлжээг шинж чанар, хэрэглээнээс шалтгаалан 3 янзаар хамгаалж болно. Үүнд:

- **Хандалтын цэг дээр хамгаалах:** Хандалтын цэг дээр түгээмэл ашиглагддаг энэ арга нь утасгүй сүлжээнд хандах төхөөрөмж тус бүрт давхцахгүйгээр байдаг MAC Address-г нэг бүрчлэн бүртгэн тохируулах замаар зөвшөөрөлгүй хэрэглэгч сүлжээнд нэвтрэхээс сэргийлдэг. Эсвэл утасгүй сүлжээний таних нэр буюу Service Set identifier (SSID)-г нууцлах маягаар хамгаалснаар утасгүй сүлжээг зөвшөөрөлгүй хүмүүс харах боломжгүй бөгөөд тохиргоог нэг бүрчлэн гараар тохируулах шаардлагатай болно.
- **Хязгаарлагдмал буюу нээлттэй хандалттай:** Олон нийтийн газар, нисэх онгоцны буудал, зочид буудалд түгээмэл байдаг нээлттэй байдлаас гадна зарим бизнесийн байгууллагууд өөрсдийн зочдод зориулан үндсэн сүлжээнээс тусгаарлагдан хамгаалагдсан утасгүй сүлжээгээр тодорхой хэмжээний мэдээлэл дамжуулах, интернет ашиглах боломжийг олгодог. Нээлттэй утасгүй сүлжээний хувьд үйлчлүүлэгчдийг татахын тулд хэрэглэдэг бөгөөд ихэвчлэн нууц үг, нэмэлт тохиргоогоор дурын утасгүй сүлжээний төхөөрөмжид холбогдон ажилладаг.
- **Сүлжээний цэгүүдийн хооронд нууцлалтайгаар:** Утасгүй сүлжээний хамгаалалтын түгээмэл хэлбэр бол сүлжээнд холбогдон ажиллахын тулд урьдчилан тохируулсан нууцлалын нөхцлийг зөв ханган нууц үгээр нэвтрэх бөгөөд утасгүй сүлжээний үндсэн 2 төрлийн нууцлал байдаг.

## 1.2 Утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээ буюу Wireless Sensor Network

Утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээ нь хэм, дуу чимээ, даралт зэрэг физикийн болон байгаль орчны нөхцөл байдлыг хянаж, интернет сүлжээгээр дамжуулан үндсэн хэсэгт мэдээллийг дамжуулдаг орон зайн хувьд чөлөөт байдлаар тархсан мэдрэгчүүдээс бүрддэг.



Зураг 1. Утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээний ерөнхий бүтэц

### 1.2.1 Sensor буюу мэдрэгч

Мэдрэмтгий элемент буюу мэдрэгч нь биетийн тоо хэмжээг хэмжиж түүнийгээ ажиглагч цахилгаан багаж хэрэгслийн тусламжтайгаар уншиж болохуйц дохио руу шилжүүлдэг хувиргагч юм. Жишээлбэл, халууны шилэн доторхи мөнгөн ус нь шингэний тэлэлт болон агшилт маягаар илэрхийлэгддэг тул хэмийг хуваарьтай шилэн хоолойн тусламжтайгаар хэмжиж болдог. Дулааны элемент нь хэмийг хүчдэл хэмжигчийн тусламжтайгаар уншиж болохуйц хариу хүчдэл рүү шилжүүлдэг. Нарийвчилбал ихэнх мэдрэгч элементүүдийн заалтыг хүн бүхний мэдэх хэм хэмжээтэй ойролцоогоор тааруулсан байдаг.

Мэдрэгч элементийг доод хэсэгт нь хүрэхэд бүдгэрч эсвэл гэрэлтдэг чийдэн болон цахилгаан шатны мэдрэгч товчлуур (мэдрэхүйн мэдрэмтгий элемент) зэрэг өдөр тутмын эд зүйлсүүдэд ашигладаг. Мөн түүнчлэн ихэнх хүмүүсийн мэддэггүй мэдрэгчтэй тоо томшгүй олон зүйлс байдаг. Үүнд автомашин, машин, нисэх хүчний үйлдвэрлэл, анагаах ухаан, боловсруулах үйлдвэрлэл болон робот техник зэргийг авч үздэг.

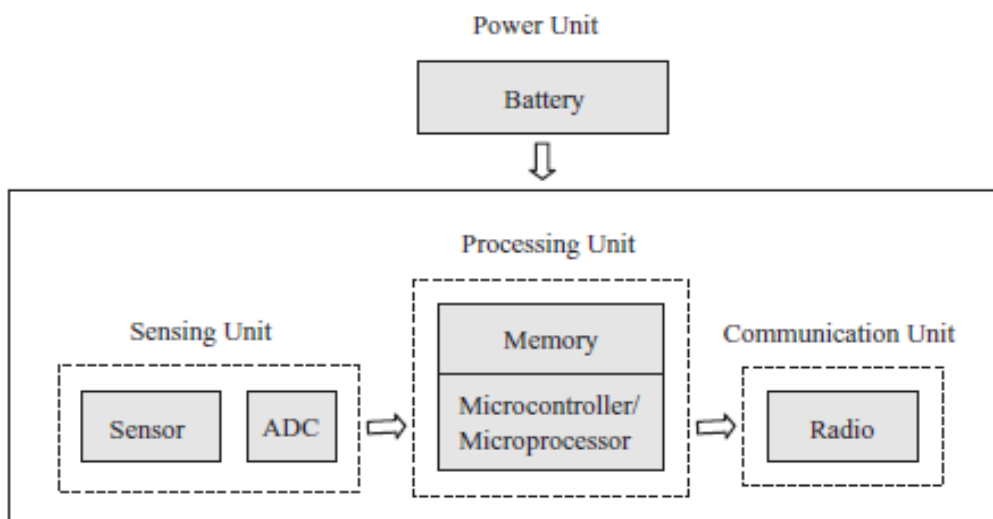
Мэдрэгч нь хүрэх үед дохиог хүлээн авч хариу үйлдэл үзүүлдэг төхөөрөмж юм. Мэдрэгчийн хүлээн авах чадвар нь хэмжилтээр гарч ирсэн тоон нэгж өөрчлөгдөх үед

мэдрэгчийн хариу хэр зэрэг өөрчлөгдөж байгааг харуулдаг. Жишээлбэл, хэм 1-ээр өөрчлөгдөх үед халууны шилэн доторхи мөнгөн ус 1 сантиметрээр өөрчлөгддөг бөгөөд хүлээн авах чадвар нь  $1 \text{ см/}^\circ\text{C}$  байна (ерөнхийдөө  $Dy/Dx$  налуууг шугаман шинж чанартай гэж үзнэ). Маш бага хэмжээний өөрчлөлтийг хэмждэг мэдрэгч нь хүлээн авах чадвар өндөртэй байх ёстой. Мөн мэдрэгч нь хэмжиж байгаа зүйлдээ нөлөө үзүүлдэг. Тухайлбал, тасалгааны халуун хэмжигч нь аягатай халуун шингэнд суурилуулагдсан байдаг бөгөөд шингэн түүнийг халааж байх зуур халуун хэмжигч шингэнийг хөргөдөг байна. Мэдрэгч нь хэмжиж байгаа зүйлдээ бага нөлөө үзүүлдэг байх хэрэгтэй. Мэдрэгчийг жижигхэн болгосноор энэхүү нөлөөг багасгадаг бөгөөд зарим талаараа давуу талтай байж ч болох юм. Техник технологийн хөгжлийг дагаад мэдрэгчийн хэмжээ улам жижиг болсоор байгаа бөгөөд мэдрэгчийг бичил цахилгаан механик системийг (MEMS-micro-electro-mechanical system) ашиглаж хийсэн бичил мэдрэгч шиг нүдэнд үл үзэгдэх хуваарьтайгаар үйлдвэрлэх боломжтой болж байгаа юм. Ихэнх тохиолдолд энгийн мэдрэгчтэй харьцуулахад бичил мэдрэгч нилээд өндөр хурд болон хүлээн авах чадвартай байдаг.

### 1.2.2 Мэдрэгчийн зангилааны бүтэц

Мэдрэгчийн зангилаа нь гол төлөв дөрвөн үндсэн хэсгээс бүрддэг: мэдрэх нэгж, боловсруулах нэгж, харилцах нэгж, эрчим хүчний нэгж, үүнийг зураг 1-д харуулав. Мэдрэх нэгж нь гол төлөв нэг эсвэл нилээд хэдэн мэдрэгч болон аналогоос дижитал хувиргагчаас (ADCs) бүрддэг. Мэдрэгчүүд нь физик үзэгдлийг ажиглаж, ажигласан үзэгдэл дээр үндэслэн аналог дохиог бий болгодог. ADC нь аналог дохиог дижитал дохио болгон хувиргадаг ба үүнийг дараа нь боловсруулах нэгжид өгнө. Боловсруулах нэгж нь гол төлөв микро хянагч эсвэл микро процессороос (жишээ нь Intel's Strong ARM microprocessor болон Atmel's AVR microprocessor) бүрдэх ба эдгээр нь ой санамжтай, энэ нь мэдрэгчийн зангилаанд ухаалаг хяналтыг хангаж өгдөг. Харилцах нэгж нь радио сувгаар өгөгдлийн дамжуулалт болон хүлээн авалтыг гүйцэтгэх богино цар хүэрэний радианоос бүрддэг. Эрчим хүчний нэгж нь систем дахь бусад бүх бүрэлдэхүүнийг жолоодох эрчим хүчийг хангах зайнаас бүрдэнэ. Үүн дээр нэмээд тусгай хэрэглээнээс хамаараад бусад зарим нэгжтэй хамт мэдрэгчийн зангилааг мөн тоноглож болно. Жишээ нь глобал байрлалын систем (GPS) нь сүлжээний ажиллагааны байршлын мэдээлэл шаардагдах зарим

хэрэглээнд хэрэгтэй байж болно. Зарим мэдрэх даалгаварт мэдрэгч зангилааг шилжүүлэхэд мотор хэрэгтэй байж болох ба эдгээр бүх нэгжүүдийг эрчим хүчний зарцуулалт багатай, үйлдвэрлэлийн зардал багатай жижиг модуль болгох хэрэгтэй.

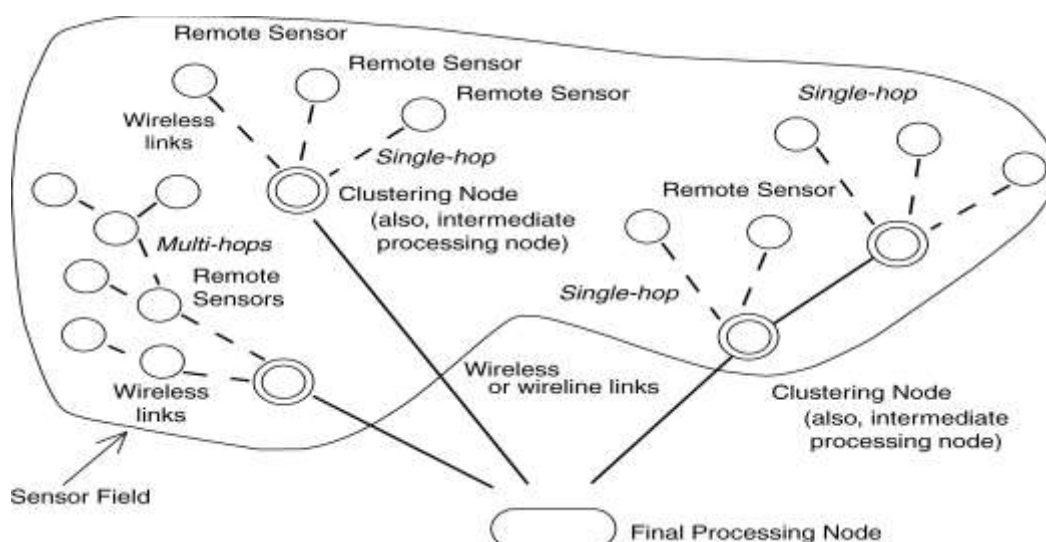


Зураг 1. Мэдрэгчийн зангилааны бүтэц

Орчин үеийн интернет сүлжээ нь давхар чиглэлтэй бөгөөд мэдрэгчийн үйл ажиллагааг хянах боломжтой болж байна. Байлдааны ажиглалт зэрэг дайны хэрэгцээ шаардлага утасгүй мэдрэгч интернет сүлжээний хөгжлийг түргэсгэж байна. Өнөө үед ийм төрлийн интернет сүлжээг аж үйлдвэрийн үйл явцын хяналт, шалгалт, машины эдэлгээний хяналт гэх зэрэг аж үйлдвэрийн болон хэрэглэгчийн хэрэгцээнд зориулан ашиглаж байна.

Утасгүй мэдрэгчтэй интернет сүлжээний зангилаа бүр нь нэг (зарим тохиолдолд хэд хэдэн) мэдрэгчид холбогддог цөөн тоотойгоос эхлээд хэдэн зуун эсвэл бүүр хэдэн мянга хүртэлх зангилаанаас тогтдог. Мэдрэгч сүлжээний зангилаа бүр хэд хэдэн хэсгээс бүрддэг. Үүнд гадаад антены холболт эсвэл дотоод антеннтай радио хүлээн авагч, бичил хянагч, мэдрэгчүүдтэй зэрэгцээ холбосон цахилгаан хэлхээ, ихэнх тохиолдолд зай эсвэл эрчим хүч хуримтлуулах зориулалтаар суурилуулсан эрчим хүчний эх үүсвэр. Мэдрэгчийн зангилааны хэмжээ нь гутлын хайрцагны хэмжээтэйгээс гадна хумхын тоос шиг маш жижиг байж болох талтай ч бодит байдал дээр бичил дурангаар харж болох хэмжээний тоосонцорыг харахан бүтээгээгүй байна. Мэдрэгч зангилаанууд нь бие даасан мэдрэгч

зангилаануудын нарийн төвөгтэй байдлаас шалтгаалж цөөн хэдэн доллараас хэдэн зуун мянган доллар хүртэлх үнэтэй байдаг. Мэдрэгчийн зангилааны хэмжээ болон үнийн хязгаарлалт нь эрчим хүч, санах ой, тооцооллын хурд, харилцаа холбооны давтамжийн урт зэрэг харгалзах нөөцүүдийн хязгаарлалтыг бий болгодог. Утасгүй мэдрэгчийн интернет сүлжээний топологи нь энгийн одон сүлжээнээс эхлээд дэвшилтэт үсрэнгүй утасгүй торон сүлжээ хүртэлх хэлбэртэй болно. Интернет сүлжээний туулах замуудын хоорондох тархалтын аргачлал нь шугаман эсвэл урсгалын байж болдог. Компьютерын шинжлэх ухаан болон алсын харилцаа холбоон дахь утасгүй мэдрэгчийн сүлжээнүүд нь олон тооны жил бүр системчлэгддэг ажлын хэсэгтэй, судалгааны идэвхитэй орон зай юм.



Зураг 2. Энгийн утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээний зохион байгуулалт

Утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээний топологи нь энгийн одон сүлжээнээс эхлээд дэвшилтэт үсрэнгүй утасгүй торон сүлжээ хүртэлх хэлбэртэй болно. Интернет сүлжээний туулах замуудын хоорондох тархалтын аргачлал нь шугаман эсвэл урсгалын байж болдог.

### 1.3 Утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээний стандарт

WSN-ийн дэлхий дахины хөгжилд түүний хэрэглээг хөнгөвчлөхийн тулд энэ салбарт мэдрэгч бүтээгдэхүүний өртөг багатай томоохон зах зээлийг бий болгох хэрэгтэй байна. Энэ зорилгоор холбогдох стандартыг гаргах нь чухал бөгөөд ингэснээр янз бүрийн үйлдвэрлэгч нарын мэдрэгчийн бүтээгдэхүүнүүд нь уг стандартын дагуу бүтээгдэхүүнээ үйлдвэрлэн гаргадаг. Олон тооны стандартын байгууллагуудад өртөг багатай, харилцан

уялдаатай ажиллах төхөөрөмжтэй зах зээл бий болж, өмчлөлийн хувьд тохирохгүй ч сүлжээний протоколын тархацаас сэргийлэхийн тулд маш их зүйлийг хийсэн ба хийгдсээр байна. Тодорхой хэмжээгээр WSN нь технологийн хувьд амжилтанд хүрсэн нь эдгээр стандартын хүчин чармайлтаас хамаарч байна.

### **1.3.1 IEEE802.15.4 Стандарт.**

IEEE802.15.4[31] бол IEEE802.15 TaskGroup4-ийн боловсруулсан стандарт бөгөөд энэ нь бага түвшний WPAN-д физик болон MAC давхаргыг тодорхой тогтоодог. Төслийн байгууллагын хүсэлтэнд тодорхойлсноор TaskGroup4-ийн зорилго бол “үнэтэй биш төхөөрөмжинд төвөгтэй байдал хэт бага, өртөг хэт доогуур, эрчим хүчний зарцуулалт хэт бага, хэт бага өгөгдлийн түвшинтэй утасгүй холбоосын стандартыг бий болгох” байлаа. 2003 онд анхны IEEE 802.15.4 стандартыг гаргасан ба үнэгүй тараагдсан. Энэхүү бүтээлийг 2006 онд шинэчилсэн, гэхдээ дараагийн бүтээлийг үнэгүй тараагаагүй. Түүний протоколын багц энгийн, уян, аливаа дэд бүтэц шаардаагүй. Энэ стандарт нь дараах онцлогтой. Үүнд:

- Data rates of 250 kbps, 40 kbps, and 20 kbps.
- Two addressing modes: 16 - bit short and 64 - bit IEEE addressing.
- Support for critical latency devices, for example, joysticks.
- The CSMA - CA channel access.
- Automatic network establishment by the coordinator.
- Fully handshaking protocol for transfer reliability.
- Power management to ensure low - power consumption.
- Some 16 channels in the 2.4 - GHz ISM band, 10 channels in the 915 – MHz band, and 1 channel in the 868 - MHz band.

IEEE802.15.4 стандартын физик түвшин нь утасгүй сүлжээнд бусад IEEE стандартуудтай хамт оршихоор тодорхойлогдсон, жишээ нь IEEE802.11 (WLAN) ба IEEE802.15.1 (Bluetooth). Түүний онцлог нь физик орчинд багцын радио хүлээн авагч дамжуулагчийг идэвхжүүлдэг, идэвхгүй болгодог. Тэрээр дараах гурван лицензгүй долгионы нэгээр ажилладаг:

- 868 – 868.6 MHz (e.g., Europe) with a data rate of 20 kbps.
- 902 – 928 MHz (e.g., North America) with a data rate of 40 kbps.



- 2400 – 2483.5 MHz (worldwide) with a data rate of 250 kbps.

MAC түвшин нь дээд давхаргууддаа өгөгдлөөр болон менежментийн үйлчилгээгээр хангадаг. Өгөгдлийн үйлчилгээ нь физик түвшинд MAC багцыг дамжуулах, хүлээн авах боломжийг олгодог. Менежментын үйлчилгээнд синхрон байдал, номерыг тоглох цагийн менежмент, мөн сүлжээнд төхөөрөмжийн холбоотой үл холбоотой байдлыг багтаадаг. Үүнээс гадна, MAC түвшин нь аюулгүй байдлын үндсэн механизмыг гүйцэтгэдэг.

### ***1.3.2 ZigBee Стандарт.***

IEEE802.15.4 стандарт нь сүлжээний болон хэрэглээний давхаргууд зэрэг илүү өндөр протоколын давхаргуудыг тодорхой заалгүйгээр зөвхөн физик ба MAC давхаргуудыг тогтоодог. ZigBee стандартыг IEEE802.15.4 стандартын дээр боловсруулсан ба сүлжээний болон хэрэглээний давхаргуудыг тогтоодог. Сүлжээний түвшин нь янз бүрийн сүлжээний топологид сүлжээний үйл ажиллагааг хангадаг бол хэрэглээний түвшин нь түгээсэн хэрэглээний боловсруулалт ба харилцаа холбооны хүрээгээр хангаж өгдөг. Энэ хоёр протоколын багцыг хооронд нь хослуульж, зайгаар ажилладаг утасгүй төхөөрөмжтэй богино хүрээний бага өгөгдлийн түвшнийг дэмжиж болно. Эдгээр стандартуудын потенциал хэрэглээ нь мэдрэгчүүд, интерактив тоглоомууд, ухаалаг тэмдэг, алсын удирдлага, гэрийн автоматжуулалтыг багтаадаг.

ZigBee протоколын багцыг 2004 оны сүүлээр нээлттэй глобал стандартын үндсэн дээр найдвартай, өртөг багатай, эрчим хүч багатай, утасгүй сүлжээтэй хяналт болон хяналтын бүтээгдэхүүнийг гаргахын төлөө хамтран ажиллаж буй ZigBee Alliance холбооноос санал болгосон. Анхны ZigBee-г 2006 оны сүүлээр шинэчилсэн ба хэрэглээний стандартчилалыг өргөжүүлсэн, мөн сүлжээний болоод хэрэглээний давхаргуудад гол гол сайжруулалтуудыг хийсэн. Хоёр бүтээлийг хоёуланг нь үнэгүй татаж болно.

### ***1.3.3 IEEE1451 Стандарт.***

IEEE1451 стандартууд нь өөрчлөгчийг микропроцессор, зэмсгийн систем, хяналт/салбарын сүлжээнд холбоход нээлттэй, нийтлэг, сүлжээнээс бие даасан холбоо харилцааны холбоосын багцыг тодорхойлсон Smart Transducer Interface стандартын нэг гэр бүл юм. Өөрчлөгчүүд нь аж үйлдвэрт маш олон янзаар хэрэглэгддэг,

жишээ нь үйлдвэрлэл, аж үйлдвэрийн хяналт, автоматжуулалт, нисэх хүчний үйлдвэрлэл, барилга, био-анагаах ухаан гэх мэт. Өөрчлөгчийн зах зээл маш ялгаатай учраас өөрчлөгч үйлдвэрлэгчид нь өртөг багатай, сүлжээтэй, утасгүй ухаалаг өөрчлөгчүүдийг байгуулахыг эрмэлзэж байна. Гэхдээ өөрчлөгч үйлдвэрлэгчдийн нэг асуудал бол өнөөдөр зах зээл дээр маш олон тооны утастай болоод утасгүй сүлжээнүүд байна. Одоогоор зах зээл дээр маш их хэмжээний сүлжээнд нэгдсэн ухаалаг өөрчлөгчүүдийг гаргах нь өөрчлөгч үйлдвэрлэгчдийн хувьд хэт өртөг ихтэй болоод байна. Тиймээс нийтээр хүлээн зөвшөөрөгдөх нээлттэй багц стандартыг буюу жишээ нь IEEE1451 ухаалаг дамжуулагчийн холбоосын стандартыг эдгээр асуудлын шийдэл болгож боловсруулаад байна.

Эдгээр стандартын гол онцлог нь өөрчлөгчийн электрон өгөгдлийн хуудас (TEDS) бөгөөд энэ нь өөрчлөгчийн тодорхойлолт, тохируулга, засварын өгөгдөл, хэмжээсийн цар хүрээ, үйлдвэрлэгчтэй холбоотой мэдээлэл гэх зэргийг хадгалах зориулалттай өөрчлөгчид хавсаргасан санамжийн төхөөрөмж юм. 1454-ийн зорилт бол өөрчлөгч үйлдвэрлэгчийн хувьд ухаалаг төхөөрөмжийг боловсруулж, эдгээр төхөөрөмжийг сүлжээ, систем, зэмсэгт холбох одоо байгаа болон нийлүүлж буй мэдрэгчийг болон сүлжээний технологийг нэгтгэхэд хялбар болгох явдал юм. Өөрөөр хэлбэл, өөрчлөгчүүд нь систем эсвэл сүлжээнд утсан эсвэл утасгүй орчноор холбогдож байгаа нийтлэг багаж өөрчлөгчөөр дамжуулан өөрчлөгчийн өгөгдөлд нэвтэрнэ гэсэн үг. IEEE1451 стандартын гэр бүлийг IEEE зэмсэг ба хэмжилтийн нийгэмлэгчийн мэдрэгчийн технологийн техникийн хороо ивээн тэтгэсэн. IEEE1451 стандартын товч тодорхойлолт нь:

- IEEE1451.0 нийтлэг команд, нийтлэг ажиллагааны багц, IEEE1451 гэр бүлийн ухаалаг өөрчлөгчийн стандартын TEDS тодорхойлдог. Энэ командын багцаар 1451-д суурилсан утастай утасгүй сүлжээнд аливаа мэдрэгч эсвэл толгойн дамжлагад нэвтэрч болно.
- IEEE1451.1 ухаалаг өөрчлөгчүүдийн зан байдлыг тодорхойлсон объектын загвар, хэмжилтийн процессыг оновчтой болгодог хэмжилтийн загвар, үйлчлүүлэгчийн сервер болон олон нийтийн загварыг багтаасан стандартад ашигладаг харилцаа холбооны загварыг тодорхойлдог.

- IEEE1451.2 цэгээс цэгт тохируулгад өөрчлөгчөөс NCAP холбоос ба TEDS тодорхойлдог.
- IEEE 1451.3 түгээсэн харилцаа холбооны архитектурыг ашигласан олон уналттай өөрчлөгчид өөрчлөгчөөс-NCAP холбоос болон TEDS тодорхойлсон.
- IEEE1451.4 аналог ба дижитал ажиллагааны горим бүхий аналог өөрчлөгчинд холимог горимын холбоосыг тодорхойлсон.
- IEEE1451.5 утасгүй өөрчлөгчинд өөрчлөгчөөс-NCAP холбоос болон TEDS тодорхойлсон. Утасгүй сүлжээнд протоколын стандарт буюу жишээ нь 802.11(WiFi), 802.15.1(Bluetooth), 802.15.4(ZigBee)–ыг IEEE1451.5-д зарим физик холбоос гэж авч үзсэн.
- IEEE1451.6 өндөр хурдны CAN нээлттэй сүлжээний холбоосыг ашиглан өөрчлөгсөөс-NCAP холбоос болон TEDS тодорхойлсон.

#### 1.4. Утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээний протокол

WSN-ны протоколын багц нь таван протоколын түвшинээс бүрдэнэ. Үүнд: физик түвшин, өгөгдлийн сувгийн түвшин, сүлжээний түвшин, дамжууллын түвшин, хэрэглэний түвшин, зураг 4-д харуулав.

1.4.1 *Хэрэглээний түвшин* нь олон төрлийн хэрэглээ-түвшингийн протоколыг агуулж, янз бүрийн мэдрэгчийн сүлжээний хэрэглээг үүсгэдэг. Дамжууллын түвшин нь хэрэглээний давхаргын шаардлагатай мэдээллийг найдвартай хүргэх зориулалттай. Сүлжээний түвшин дамжууллын түвшинээс мэдээллийг чиглүүлэх үүрэгтэй. Өгөгдлийн сувгийн түвшин нь мэдээллийн урсгалын олон сэлгүүр, мэдээллийн хүрээний дамжуулалт, хүлээн авалт, орчны нэвтрэлт, алдааны хяналтыг хариуцдаг. Физик түвшин нь физик харилцаа холбооны орчноор дохио дамжуулах ба хүлээн авахыг хариуцдаг, үүнд давтамжийн үүсэл, дохионы модуляци, дамжуулалт ба хүлээн авалт, мэдээллийн нууцлал зэрэг багтана. Нөгөө талаар протоколын багцыг түвшин бүрээр менежментийн бүлэг хавтгайгаар хувааж болно, үүнд эрчим хүч, холболт, даалгаврын менежментийн хавтгай гэх мэт. Эрчим хүчний менежментийн хавтгай мэдрэгчийн зангилааг мэдрэх, боловсруулах, дамжуулах, хүлээж авахад эрчим хүчний түвшинг нь удирдана, үүнийг янз бүрийн протоколын түвшинд хангалттай эрчим хүчний менежментийн механизмыг ашигласнаар гүйцэтгэж болно. Жишээ нь MAC түвшинд мэдрэгчийн зангилаа нь хүлээн

авах болон дамжуулах мэдээлэл байхгүй үед түүний хүлээн авагчийг унтрааж болно. Сүлжээний түвшинд мэдрэгчийн зангилаа нь хамгийн их үлдэгдэл эрчим хүч бүхий хөршийн зангилааг шон руу дараагийн харайлт болгон ашиглаж болно. Холболтын менежментын хавтгай нь зангилаа нэмсэн, зангилаа ажиллахгүй, зангилаа хөдөлсөн, гэх зэргээс үүдэн гарсан зангилааны байршуулалт болон топологийн өөрчлөлтийн тохиолдолд сүлжээний холбоог байгуулж, барина. Даалгаврын менежментийн хавтгай нь эрчим хүчний үр ашгийг нэмэгдүүлэх, сүлжээний ашиглах хугацааг сунгахын тулд мэдрэгчийн бүсэд мэдрэгчийн зангилаануудын дунд даалгаврын хуваарилалтыг хариуцна. Мэдрэгчийн зангилаанууд мэдрэгчийн бүсэд нягт тараагдсан, мэдрэгчийн даалгаврыг гүйцэтгэхэд илүүдэлтэй байдаг учраас мэдрэгчийн бүсэд заавал бүх мэдрэгчийн зангилаа нь ижил мэдрэх даалгавар гүйцэтгэх шаардлагагүй. Тиймээс даалгаврын менежментийн механизмыг олон мэдрэгчийн дунд даалгаврын хуваарилалт хийхэд ашиглаж болно.

Хэрэглээний түвшин нь асуулгын түгээлт, зангилааны байршил, цаг хугацааны синхрон байдал, сүлжээний аюулгүй байдал зэрэг янз бүрийн мэдрэгчийн сүлжээг гүйцэтгэдэг олон төрлийн хэрэглээний давхаргыг багтаадаг. Жишээ нь мэдрэгчийн менежментийн протокол (SMP) бол янз бүрийн даалгавар гүйцэтгэх програм хангамжийн ажиллагааг хангадаг хэрэглээний түвшингийн менежментийн протокол юм. Энэ нь байршилтай холбоотой тоо мэдээг солилцох, мэдрэгчийн зангилаануудыг нэгэн зэрэг байлгах, мэдрэгчийн зангилаануудыг хөдөлгөх, мэдрэгчийн зангилаануудыг хуваарьт оруулах, мэдрэгчийн зангилааны статусын асуулгыг гаргах зэрэг үүрэгтэй. Мэдрэгчийн асуулга болон мэдээллийг түгээх протокол (SQDDP) нь асуулга гаргах, асуулгад хариулах, хариуг цуглуулахад холбоостой хэрэглэгчийн хэрэглээг хангаж өгдөг. Мэдрэгчийн асуулга болон даалгаврын хэл (SCTL) нь WSN-д холбогч суурь програмыг гүйцэтгэхэд хэрэглэгддэг мэдрэгчийн програмчлалын хэлийг хангаж өгдөг.

**1.4.2 Дамжууллын түвшин** нь мэдрэгчийн зангилаа болон шонгуудын хооронд найдвартай төгсгөлөөс төгсгөл рүү хүргэлтийг хариуцдаг. Эрчим хүч, тооцоолол, хадгалалтын хязгаарлалтын улмаас уламжлалт дамжууллын протоколыг өөрчлөлтгүйгээр мэдрэгчийн сүлжээнд шууд хэрэглэж болохгүй. Жишээ нь уламжлалт төгсгөлөөс төгсгөлд дахин дамжуулалтанд суурилсан алдааны хяналт болон тээврийн хяналтын

протоколд \TCP\ хэрэглэгдэж байсан цонхонд суурилсан хэт ачааллын хяналтын механизмыг мэдрэгчийн сүлжээнд шууд хэрэглэж болохгүй, учир нь тэдгээр нь нөөцийн ашиглалтаараа хангалттай биш юм.

Нөгөө талаар мэдрэгчийн сүлжээ нь тусгай хэрэглээтэй. Мэдрэгчийн сүлжээг гол төлөв тусгай мэдрэмжийн хэрэглээнд тараан байрлуулдаг. Жишээ нь амьтны орчны хяналт, бараа материалын хяналт, тулааны талбайн ажиглалт. Өөр өөр хэрэглээ нь өөр өөр найдвартай байдлын шаардлагатай байж болно, энэ нь дамжууллын түвшингийн протоколын дизайнд ихээхэн нөлөө үзүүлдэг. Үүн дээр нэмээд мэдрэгчийн сүлжээнд мэдээллийн хүргэлт гол төлөв хоёр чиглэлээр гардаг: дээш урсгалтай ба доош урсгалтай дээд урсгалд мэдрэгчийн зангилаа нь мэдэрсэн мэдээллээ шонд дамжуулдаг, харин доод урсгалд мэдээлэл нь шонгоос гаралтай, жишээ нь асуулга, команд, програмчлалын хоёрт ба шонгоос эх үүсвэрийн мэдрэгчийн зангилаа руу илгээгддэг. Мэдээлэл нь хоёр чиглэлээр урсаж байхдаа янз бүрийн найдвартай байдлын шаардлагатай байж болно. Жишээ нь дээд урсгалд урсаж буй мэдээлэл нь тэвчээр багатай байдаг, учир нь мэдэрсэн мэдээлэл нь тодорхой хэмжээгээр харилцан холбоотой эсвэл илүүдсэн байна. Гэхдээ доод урсгалд урсаж буй мэдээлэл нь асуулга, команд, хоёрдмол програмчлалыг мэдрэгчийн зангилаа руу илгээдэг, энэ нь 100% найдвартай хүргэлтийг шаарддаг. Тиймээс мэдрэгчийн сүлжээний нэгдсэн үзүүлэлт болон янз бүрийн хэрэглээний тусгай шаардлагууд WSN-ын дамжууллын түвшингийн протоколд шинэ боломжуудыг авчрах болно.

**1.4.3 Сүлжээний түвшин** нь эх үүсвэрийн мэдрэгчийн зангилаагаар мэдэрсэн мэдээллийг мэдээллийн шонд чиглүүлдэг. Мэдрэгчийн сүлжээнд хэрэгцээний үзэгдлийг ажиглахын тулд мэдрэгчийн бүсэд мэдрэгчийн зангилааг тараан байрлуулсан байдаг. ажигласан үзэгдэл эсвэл мэдээллийг мэдээллийн шонд дамжуулах хэрэгтэй. Ерөнхийдөө эх үүсвэрийн зангилаа нь мэдэрсэн мэдээллийг шон руу шууд нэг-харайлттай урт утасгүй харилцаа холбоогоор эсвэл олон харайлттай богино утасгүй холбоо харилцаагаар дамжуулна. Гэсэн хэдий ч урт утасгүй харилцаа холбоо нь эрчим хүчний зарцуулалт болон мэдрэгчийн зангилааны хүнд гүйцэтгэлээрээ өртөг өндөртэй. Үүний эсрэгээр олон харайлттай богино харилцаа холбоо нь эрчим хүчний зарцуулалтыг бууруулахаас гадна дохионы тархалт болон урт утасгүй холбоо харилцаанд байдаг суваг чимээгүй болох үр дүнг амжилттай бууруулна. Тиймээс энэ нь илүү байдаг. Мэдрэгчийн

зангилааг нягт тараан байршуулдаг, хөрш зангилаанууд нэг нэгтэйгээ ойр байдаг учраас мэдрэгчийн сүлжээнд олон харайлттай богино холбоо харилцааг ашиглаж болно. Энэ тохиолдолд мэдэрсэн мэдээллийг шонд илгээхийн тулд эх үүсвэрийн зангилаа нь зангилаанаас өөрөөс нь шон хүртэл эрчим хүчний үр ашигтай олон харайлттай замыг сонгохын тулд чиглэлийн протоколыг ажиллуулах хэрэгтэй. Мөн мэдрэмжийн бүсээс шон хүртэлх мэдээлэл нь өвөрмөц, олноос нэг рүү замын хэв маягийг мэдрэгчийн сүлжээнд харуулж байна. Олон харайлттай /харайлтаас харайлт гэсэн үг/ хослол болон олноос нэг рүү холбоо харилцаа нь транзит замын идэвхийг нилээд их нэмэгдүүлж, тиймээс багц хэт ачаалал, мөргөлдөөн, алдагдал, саатал, эрчим хүчний зарцуулалт нь мэдээлэл шиг шон руу ойртдог байна. Шонд илүү ойр мэдрэгчийн зангилаанууд бага хэмжээний харайлтанд ихээхэн хэмжээний багцыг алдаж, шонгоос хол байгаа зангилаанаас илүү их эрчим хүчийг зарцуулна. Ингэснээр нийт сүлжээний ашиглах хугацааг хилээд бууруулдаг. Тиймээс мэдрэгчийн зангилааны эрчим хүчний хязгаарлалт болон сүлжээний түвшингий болон чиглэлийн протоколын дизайны өвөрмөц замын хэв маягийг харгалзах хэрэгтэй. Энэ утгаараа их хэмжээний судалгаа хийгдэж, олон тооны чиглэлийн протоколыг санал болгосон байдаг.

**1.4.4 Өгөгдлийн сувгийн түвшин** нь мэдээллийн урсгалын олон сэлгүүр, мэдээллийн хүрээ байгуулах ба илрүүлэх, орчны нэвтрэлт, алдааны хяналтыг хариуцаж, найдвартай цэгээс цэгт болон цэгээс олон цэгт дамжуулалтыг хангана. Өгөгдлийн сувгийн түвшингийн хамгийн чухал функц бол орчны нэвтрэлтийн хяналт (MAC) юм. MAC-ийн үндсэн зорилго бол хуваалцах харилцаа холбооны эх сурвалж эсвэл олон мэдрэгчтэй зангилааны дунд орчныг шударгаар, үр дүнтэй хуваалцаж, сүлжээний үзүүлэлтийг эрчим хүчний зарцуулалт, сүлжээний нэвтрүүлэх чадвар, хүргэлтийн хүлээгдэл зэрэгт нь сайжруулна. Гэсэн ч уламжлалт утасгүй сүлжээнд MAC протоколыг өөрчлөлтгүйгээр мэдрэгчийн сүлжээнд шууд хэрэглэж болохгүй, учир нь тэдгээр нь мэдрэгчийн сүлжээний өвөрмөц үзүүлэлт, тухайлбал, эрчим хүчний хязгаарлалтыг тооцдоггүй. Жишээ нь гар утасны системд үндсэн асуудал бол хэрэглэгчдэд үйлчилгээний чанарыг хангах (QoS) явдал байдаг. Эрчим хүчний үр ашиг бол хоёрдагч ач холбогдолтой, учир нь бааз суурьтай эрчим хүчний хязгаар байхгүй ба гар утасны хэрэглэгчид зайгаа дахин дүүргэх боломжтой. MANET-д гар зөөврийн зангилаа нь зөөврийн төхөөрөмжөөр тоногдогдсон байх ба сольж болох зайн

эрчим хүчтэй байна. Үүний эсрэгээр мэдрэгчийн сүлжээнд үндсэн асуудал бол сүлжээний ашиглах хугацааг сунгах эрчим хүчний хадгалалт, энэ нь уламжлалт MAC протоколыг мэдрэгчийн сүлжээнд тохиромжгүй болгож байна. Тиймээс, их хэмжээний судалгааны ажлыг MAC-д хийсэн байдаг ба олон төрлийн MAC протоколыг санал болгосон. Өгөгдлийн сувгийн түвшингийн өөр нэг чухал функц бол мэдээллийн дамжуулалтын алдааны хяналт юм. Олон хэрэглээнд мэдрэгчийн сүлжээг утасгүй харилцаа холбоо нь алдаатай хэлтгий болох хэцүү орчинд тараан байршуулдаг. Энэ тохиолдолд алдааны хяналт нь шаардлагатай, холбоосын найдвартай байдал эсвэл найдвартай мэдээллийн дамжуулалтанд чухал болдог. Ерөнхийдөө гол алдааны хяналтын хоёр механизм байдаг: Forward Error Correction (FEC)–шууд алдаа засварлалт ба Automatic Repeatre Quest (ARQ)-Автомат давтамжтай хайлт. ARQ алдагдсан мэдээллийн багц эсвэл хүрээг дахин дамжуулснаар найдвартай мэдээллийн дамжуулалтыг олж авдаг. Мэдээж, энэ нь нэмэлт зардал болон нэмэлт эрчим хүчний зарцуулалт шаардана. FEC мэдээллийн дамжуулалтанд алдааны хяналтын кодыг ашигласнаар холбоосын найдвартай байдлыг олж авдаг, энэ нь мэдрэгчийн зангилаанд нэмэлт боловсруулалтын эх сурвалжийг шаарддаг нэмэлт кодлолт үл кодлолтын хүндрэл үүсгэдэг. Гэсэн ч FEC аливаа өгөгдсөн дамжуулалтын эрчим хүчинд сувгийн бит алдааны түвшинг (BER) нилээд бууруулдаг. Мэдрэгчийн зангилааны эрчим хүчний хязгаарлалт өгөгдсөн үед FEC мэдрэгчийн сүлжээнд алдааны хяналтын хамгийн үр ашигтай шийдэл хэвээр байдаг. FEC механизмын дизайныг гаргахад алдааны хяналтын кодын сонголт маш чухал байдаг, учир нь сайн сонгосон алдааны хяналтын код нь BER-д сайн кодлолт болон магнитудыг бууруулах хэд хэдэн дарааллыг гарган авдаг. Энэ хооронд кодлолт ба үл кодлолтонд хэрэглэсэн эрчим хүчний нэмэлт боловсруулалтыг мөн харгалзах хэрэгтэй. Тиймээс нэмэлт боловсруулалтын эрчим хүч ба зохих кодлолтын хооронд солилцоог оновчтой болгож, хүчтэй, эрчим хүчний үр ашигтай, хүндрэл багатай FEC механизмыг гарган авна.

**1.4.5 Физик түвшин** нь Өгөгдлийн сувгийн түвшинээс харилцаа холбооны орчноор дамжуулалтанд тохирох дохионд бит урсгалыг хувиргахыг хариуцна. Энэ зорилгоор тэрээр маш олон төрлийн асуудалтай холбогдоно, жишээ нь дамжуулалтын орчин ба давтамжийн сонголт,

зөөгчийн давтамж үүсгэлт, дохионы өөрчлөлт ба илрүүлэлт, мэдээллийн нууцлал. Үүнд дээр нэмээд тэрээр мөн техник хангамж болон янз бүрийн цахилгааны болон механик холбоосуудтай ажилладаг.

Орчин ба давтамжийн сонголт бол мэдрэгчийн зангилааны хооронд харилцаа холбоонд чухал асуудал юм. Нэг сонголт бол радио ба аж үйлдвэрлэлийн, шинжлэх ухааны, эмнэлгийн (ISM), ихэнх улс орнуудад лицензгүй байдаг долгионыг ашиглах. ISM долгионыг ашиглах гол давуу тал нь үнэгүй хэрэглээ, өргөн цар хүрээ, дэлхий нийтээр боломжтой байдал юм. Гэсэн ч ISM долгион нь зарим харилцаа холбооны системд аль хэдийнэ ашиглагдаж байна, жишээ нь утасгүй телефон утасны систем болон утасгүй орон нутгийн сүлжээ (WLANs). Нөгөө талаар мэдрэгчийн сүлжээ нь жижиг, өртөг багатай, хэт бага эрчим хүчний хүлээн авагчийг шаарддаг. Энэ шалтгаанаар 433-MHz ISM долгион болон 917-MHz ISM долгионыг Европ, Хойд Америкт тус бүр санал болгосон. Мэдрэгчийн зангилаанд техник хангамжийн дизайнд олон төслүүд радио давтамжийг (RF) хэрэглэсэн, жишээ нь *m*AMPS төсөлд 2.4-GHz хүлээн авагчийг ашигласан, мөн /20/-д мэдрэгчийн зангилаа нь 916MHz –ээр ажиллах нэг сувагт хүлээн авагчийг ашигласан. Радионоос гадна оптик, эсвэл хэт улаан орчин нь боломжтой сонголт байж болно. Жишээ нь Smart Dust төсөл нь дамжуулалтанд оптик дамжуулалтыг хэрэглэсэн. Гэсэн ч хоёулаа илгээгч болон түүний хүлээн авагч нь нэг нэгтэйгээ харилцахад харааны зайнд байхыг шаарддаг ба энэ нь тэдгээрийн ашиглалтыг тодорхой хэмжээгээр хязгаарладаг.

### 1.5. Ажиллагааны зарчим

WSN нь хэрэгцээний цар хүрээнд тараан байрлуулах олон тооны өртөг багатай, эрчим хүч багатай, олон үйлдэлт мэдрэгчийн зангилаанаас бүрдэнэ. Эдгээр мэдрэгчийн зангилааны хэмжээ бага, гэхдээ мэдрэгч, тогтсон микропроцессор, радио хүлээн авагч зэргээр тоноглогдсон байх ба мэдрэх чадвараас гадна өгөгдлийг боловсруулах, харилцаа холбооны чадвартай байдаг. Тэдгээр нь утасгүй дамжуулгаар богино зайнд харилцдаг ба нийтлэг даалгаврыг гүйцэтгэхэд хамтдаа оролцдог, жишээ нь хүрээлэн буй орчны хяналт, тулааны ажиглалт болон аж үйлдвэрийн процессын хяналт юм. Уламжлалт утасгүй харилцаа холбооны сүлжээтэй харьцуулахад, жишээ нь үүрэн систем ба MANET-тай харьцуулахад мэдрэгчийн сүлжээ нь дараах нэгдсэн үзүүлэлт болон хязгаарлалттай



байна:

- *Нягт Зангилааны Байрлуулалт.* Мэдрэгчийн зангилаа нь гол төлөв хэрэгцээний талбайд нягт тараагдсан байдаг. Мэдрэгчийн сүлжээнд мэдрэгчийн зангилааны тоо нь MANET-д байгаагаас хэд дахин өндөр магнитудтай байж болно.
- *Зайгаар ажилладаг сенсорын зангилаа.* Мэдрэгчийн зангилаа нь гол төлөв зайгаар ажилладаг. Ихэнх тохиолдолд тэдгээрийг их хатуу, эсрэг орчинд ажиллуулдаг, өөрөөр хэлбэл, зайг өөрчлөх эсвэл цэнэглэх боломжгүй эсвэл хэцүү байдаг тийм орчинд ашиглана.
- *Энгийн тооцоолол ба хадгалалтын хязгаарлалт.* Мэдрэгч зангилаа нь эрчим хүч, тооцоолол, хадгалалтын хүчин чадал хязгаарлагдмал байдаг.
- *Өөрөө тохируулах байдал.* Мэдрэгч зангилаа нь гол төлөв сайн төлөвлөгөө, инженер зүйгүйгээр тараан байрласан байдаг. Нэгэнт байрлуулсан бол сенсор зангилаа нь харилцаа холбооны сүлжээнд өөрсдийгөө автоматаар тохируулах хэрэгтэй болдог.
- *Тусгай хэрэглээ.* Мэдрэгч сүлжээ нь тусгай хэрэглээтэй. Сүлжээг нь голдуу тусгай хэрэглээнд зориулж загварчилж, тараан байрлуулдаг. Сүлжээний загварын шаардлага нь хэрэглээний хамт өөрчлөгддөг.
- *Найдваргүй сенсор зангилаа.* Мэдрэгч зангилаа нь гол төлөв хүнд хэцүү, эсрэг орчинд байрлагддаг ба ямар анхаарал халамжгүй байдаг. Тэдгээр нь гэмтэх, ажиллагаагүй болох магадлалтай байдаг.
- *Давтамжтай топологийн өөрчлөлт.* Сүлжээний топологи зангилаа ажиллахгүй, гэмтэх, нэмэгдэх, эрчим хүчний хорогдол, эсвэл сувгийн сулралаас болж байнга өөрчлөгддөг.
- *Глобал адилтгал байхгүй.* Маш их хэмжээний мэдрэгчийн зангилаа байдаг учраас сенсор сүлжээнд глобал буюу ерөнхий схемийг гаргах боломжгүй байдаг, учир нь энэ нь адилтгалын ашиглалтанд маш их нэмэлт зардал шаардана.
- *Олноос нэгд замын хэв маяг.* Ихэнх мэдрэгчийн сүлжээний хэрэглээнд сенсор зангилааны мэдэрсэн тоо мэдээ нь олон эх үүсвэрт мэдрэгчийн зангилаанаас

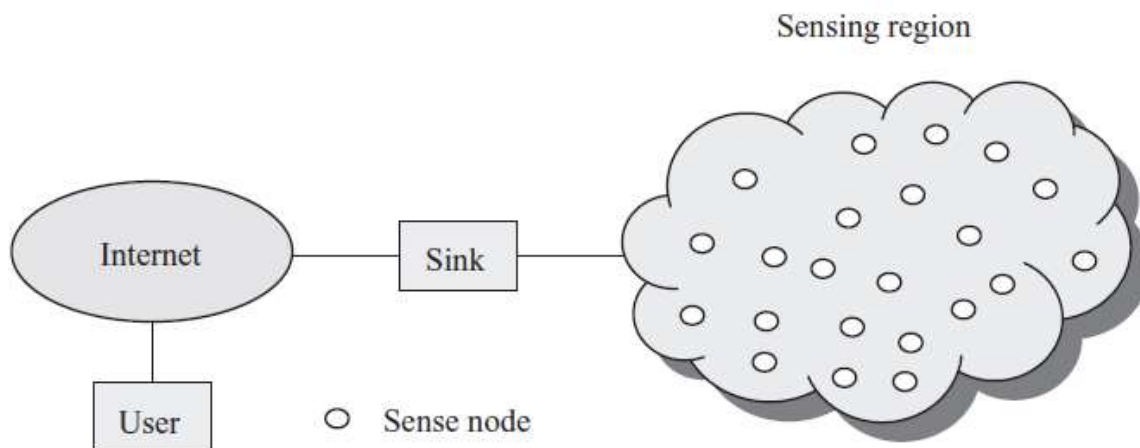
тодорхой шон руу урсдаг, ингэснээр олноос нэгд замын хэв маягыг харуулдаг.

- *Тоо мэдээний илүүдэл.* Ихэнх мэдрэгчийн сүлжээний хэрэглээнд сенсор зангилааг хэрэгцээний хэсэгт нягт тараасан байдаг ба хамтдаа мэдрэх даалгаврыг гүйцэтгэдэг. Тиймээс олон мэдрэгчийн зангилаанаас мэдэрсэн тоо мэдээ нь гол төлөв тодорхой хэмжээний харилцан холбоотой эсвэл илүүдэлтэй байдаг.

Онцгой үзүүлэлтүүд болон хязгаарлалт нь мэдрэгчийн сүлжээний загварт олон шинэ туршилтуудыг бий болгож байдаг.

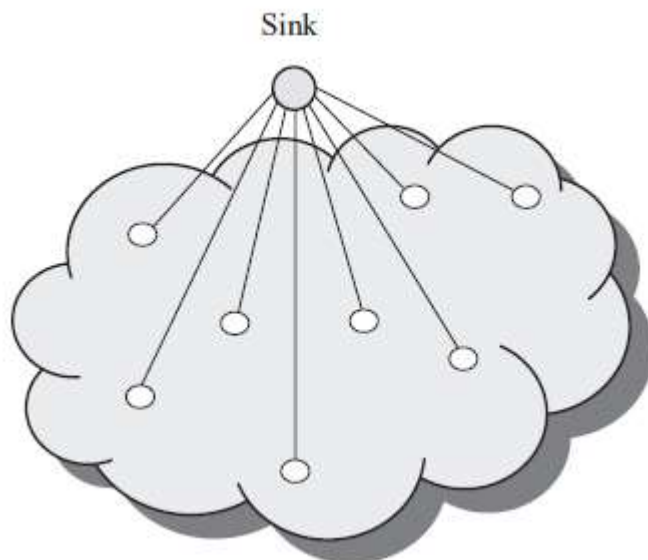
### 1.6.Сүлжээний архитектур

Мэдрэгчийн сүлжээ нь гол төлөв хэрэгцээний бүсэд нягт тараан байрлуулсан олон тооны мэдрэгчийн зангилаанаас бүрддэг ба мөн мэдрэгчийн бүсийн ойролцоо эсвэл дотор нь нэг эсвэл түүнээс дээш мэдээллийн шон эсвэл суурь станц байрладаг, Үүнийг зураг 3-т харуулав.



Зураг 3 Мэдрэгчийн сүлжээний загвар

Шон нь мэдрэгчийн хэсэгт мэдрэгчийн зангилаанд асуулга эсвэл командыг илгээдэг бол мэдрэгчийн зангилаанууд хамтарч мэдрэгчийн даалгаврыг гүйцэтгэж, мэдэрсэн мэдээллийг шон руу илгээнэ. Энэ хооронд шон нь мөн гадна сүлжээнд буюу жишээ нь интернэтэд гарц болдог. Тэрээр мэдрэгчийн зангилаанаас мэдээллийг цуглуулж, цуглуулсан мэдээлэлд энгийн боловсруулалт хийж, дараа нь холбогдох мэдээллийг /эсвэл боловсруулсан мэдээллийг/ интернэтээр дамжуулан хүсэлт гаргасан эсвэл ашигладаг хэрэглэгчдэд илгээнэ.



Мэдээллийг шон руу илгээхэд мэдрэгчийн зангилаа бүр нэг харайлттай урт зайны дамжуулалтыг ашигладаг ба энэ нь нэг харайлттай сүлжээний архитектурт хүргэдэг. Гэсэн ч урт зайны дамжуулалт нь эрчим хүчний зарцуулалтаараа өртөг өндөртэй. Мэдрэгчийн сүлжээнд харилцаанд зарцуулсан эрчим хүч мэдрэгч ба тооцоололд зарцуулснаас их байдаг. Жишээ нь 100м хол зайнд нэг бит мэдээллийг дамжуулахад зарцуулсан эрчим хүч нь 3000 зааварчилгааг гүйцэтгэхэд шаардлагатай эрчим хүчтэй тэнцүү байдаг. Утасгүй орчинд 1 бит харилцахад эрчим хүчний зарцуулалт болон үүнтэй адил бит боловсруулахад эрчим хүчний зарцуулалтын харьцаа нь 1,000-10,000 цар хүрээнд байна. Цаашилбал, дамжуулалтанд зарцуулсан нийт эрчим хүчээс давамгайлдаг ба шаардлагатай дамжуулалтын эрчим хүч нь дамжуулалтын зай нэмэгдэхэд өсдөг.

### 1.7. WSN-хэрэглээ

Мэдрэгчийг олон янзын физик үзүүлэлт эсвэл нөхцлийг илрүүлэх эсвэл хянахад хэрэглэдэг, жишээ нь,

- ✓ Гэрэл
- ✓ Дуу
- ✓ Температур/Хэм /
- ✓ Төлөв байдал
- ✓ Агаар болон усны чанар

- ✓ Хөрс шороо бүтэц
- ✓ Аттрибутууд нь ачаалал хэмжээ, жин, байрлал, хурд ба зүг чигээр тодорхойлоно.

Утасгүй мэдрэгч нь уламжлалт утсан мэдрэгчээс илүү их давуу талтай. Тэд тараан байрлуулалтын өртөг болон саатлыг бууруулаад зогсохгүй, мөн ямар ч орчинд хэрэглэгдэж болно, ялангуяа уламжлалт утастай мэдрэгчийг байрлуулах боломжгүй орчинд, жишээ нь тааламжтай бус нутаг дэвсгэр, тулааны талбай, сансар огторгуй эсвэл гүн далайд. WSN –ын анх далайн ажиглалтын том хэмжээний акустик ажиглалтын системээс газрын илрүүлэлтийн алсын мэдрэгчийн жижиг сүлжээ хүртэл цэргийн хэрэглээнд зориулж гаргасан. Гэхдээ бага өртөгтэй мэдрэгчүүд, утасгүй холбоо харилцаа нь иргэний болон цэргийн салбарт аль алинд нь өргөн хэрэглэгддэг болсон. Энэ хэсэгт мэдрэгчийн сүлжээний хэрэглээний цөөн хэдэн жишээг танилцуулах болно.

➤ **Хүрээлэн буй орчны хяналт.** Хүрээлэн орчны хяналт бол мэдрэгчийн сүлжээний хамгийн эхний хэрэглээний нэг юм. Хүрээлэн буй орчны хяналтад мэдрэгчүүдийг олон янзын орчны үзүүлэлт эсвэл нөхцлийг хянахад хэрэглэдэг. Хүрээлэн буй орчны мэдрэгчийн сүлжээ гэсэн нэр томъёо нь геологийн судалгаанд утасгүй мэдрэгч сүлжээг ашиглах олон тооны хэрэглээг илэрхийлдэг. Үүнд галт уул, далай, мөсөн гол, ой мод зэрэг ойлголтыг багтаадаг.

➤ **Бодит орчны хяналт.** Мэдрэгчийг зэрлэг амьтад эсвэл ургамлын нөхцлийг амьдрах орчинд нь ажиглахаас эхлээд тэдний орчны үзүүлэлтүүд зэргийг хянахад хэрэглэдэг. Жишээ нь Берклейн Калифорнийн их сургуулийн болон Бар Харборын Атлантик коллежийн Мейнворинг нар 190 утасгүй мэдрэгчийг тараан байрлуулснаар Мейн дахь Их галууны газрын үүрлэж буй салхич шувууны амьдрах орчинд хяналт хийх туршилт хийсэн байна. Үүндээ чийглэг, даралт, температур, цацраг зэргийг ашиглажээ.

➤ **Агаарын эсвэл усны чанарын хяналт.** Мэдрэгчийг газар эсвэл усан доор байрлуулж, агаар эсвэл усны чанарт хяналт хийж болно. Жишээ нь усны чанарын мониторингийг гидро-химийн салбарт хэрэглэж болно. Агаарын чанарын мониторингийг агаарын бохирдлыг хянахад хэрэглэж болно. Агаар дахь бохирдлыг хэмжиж судлах нь хүний эрүүл мэнд болон хүрээлэн буй орчинд үзүүлж буй нөлөөг мэдэхэд тустай. Аюултай нөхцөл байдалд хор хөнөөлтэй хийн хэмжээний хяналт, явагдаж буй үйл явц,

цаг агаарын өөрчлөлтөөс болж гарч буй хариу өөр байдаг. Аз болоход утасгүй мэдрэгч сүлжээ нь ажиллаж эхэлснээр хүмүүст тодорхой үр дүн өгч байна.

✓ Дотоод хяналт: жагсаалтын эхэнд бичигдсэн хийн түвшний өндөр байдалтай газрууд, тоног төхөөрөмж, дэд бүтцийг хөгжүүлэх, утасгүй хяналтын төхөөрөмж нь нилээд өргөн хэмжээний газар дахь газын/ хийн төвлөрөлтийн зэргийг хэмждэг

✓ Гадаад хяналт: гадаад агаарын хяналтыг хийхэд утасгүй мэдрэх төхөөрөмж. Энэ нь аливаа нөхцөлд бороо цас хүйтэн, дулаан аль ч нөхцөлд ажиллаж байх

✓ Сүлжээний дэд бүтэц: утасгүй мэдрэгч интернэт сүлжээ нь сүлжээний мэдрэх топологи үүсгэн хэрэглэгчийн бүх санал хүсэлт хэрэгцээний шаардлагатай нийцэх шаардлагатай. Эдгээр шийдлүүд нь нэг хүрээнээс олон хүрээнд утасгүй протоколууд доод түвшнээс дээд түвшинд ажиллана. Зохион байгуулалт нь дотоод сүлжээ болон алсын зайн сүлжээнд нэвтрэн орж ажиллах боломжтой.

➤ **Усны чанарын хяналт:** Далан гол нуур, далай болон газар доорх усны нөөцийн шинж чанарыг хэмжин дүгнэлт хийдэг. Газарзүйн тодорхой шаардлагатай цэгүүд эсвэл аль нэг цэгт станц байгуулан төхөөрөмжөө суурилуулан хэмжиж дүгнэнэ.

- *Аюулын хяналт.* Мэдрэгчийг тухайн байрлалд биологийн эсвэл химийн аюулыг хянахад хэрэглэж болно, жишээ нь химийн үйлдвэр эсвэл тулааны газарт.

- *Гамигийн хяналт.* Мэдрэгчийг байгалийн болон байгалийн бус гамшгийг ирүүлэхэд тодохой бүсэд нягт тараан байрлуулж болно. Жишээ нь ойн түймэр эсвэл үерийг илрүүлэхийн тулд мэдрэгчүүдийг ой эсвэл сэргээгчинд тарааж болно. Газар хөдлөлтийн мэдрэгчийг барилгад ашиглан газар хөдлөлтийн чиглэл, магнитудыг илрүүлж, барилгын аюулгүй байдлын үнэлгээг гаргаж болно.

➤ **Цэргийн хэрэглээ.** WSN нь цэргийн команд, хяналт, харилцаа холбоо, ухаалаг (СЗІ) системийн салшгүй нэг хэсэг болоод байна. Утасгүй мэдрэгчийг тулааны газарт эсвэл дайсны бүсэд аливаа дэд бүтэцгүйгээр амархан тараан байрлуулж болно. Тараан байрлуулах, өөрийгөө тохируулах, эзэнгүй ажиллагаа, алдааг тэсвэрлэх зэрэг нь хялбар учраас мэдрэгч сүлжээ нь ирээдүйн цэргийн СЗІ системд чухал үүрэг гүйцэтгэж, ирээдүйн дайн тулааныг хүний оролцоо багатай, илүү ухаалаг болгоно.

- *Тулааны газрын хяналт.* Мэдрэгчийг хүч, дамжууллын хэрэгслийг хянахад, тэдгээрийн хөдөлгөөнийг мэдэхэд, сөрөг хүчний ажиглалтыг ойроос хийхийн тулд

тулааны газарт тараан байрлуулж болно.

- *Объектын хамгаалал.* Мэдрэгчтэй зангилааг мэдрэмтгий объектын эргэн тойронд тараан байрлуулж болно, жишээ нь атомын үйлдвэр, стратегийн гүүр, нефтийн болон хийн шугам хоолой, харилцаа холбооны төв, цэргийн штаб зэрэгт хамгаалалтын зорилгоор байрлуулж болно.
- *Ухаалаг чиглүүлэгч.* Мэдрэгчийг хүнгүй робот дамжууллын хэрэгсэл, танк, байлдааны онгоц, шумбагч онгоц, пуужин, торпедонд суурилуулж, тэдгээрийг саадыг даван байндаа хүрэхэд чиглүүлж, илүү үр дүнтэй дайралт эсвэл хамгаалалтыг гүйцэтгэхэд нэг нэгтэйгээ харилцахад чиглүүлж болно.
- *Алсын мэдрэмж.* Мэдрэгчийг цөмийн, биологийн, химийн зэвсгийн алсын мэдрэгч, потенциал террорист дайралт, тагнуулд тараан байрлуулж болно.

➤ *Эрүүл мэндийн хамгааллын хэрэглээ.* WSN –ийг эрүүлд мэндийг хамгаалах зорилгоор настай хүмүүс, өвчтөнгүүдийг хянахад хэрэглэж болно, энэ нь эрүүл мэндийн салбарын боловсон хүчний дутагдлыг нөхөж, одоогийн эрүүлийг хамгаалах системд эрүүл мэнд хамгааллын зардлыг бууруулна.

○ *Зан байдлын хяналт.* Мэдрэгчийг өвчтөний зан байдлыг хянахын тулд өвчтөний гэрт байрлуулж болно. жишээ нь өвчтөнг унах, нэн яаралтай эмнэлгийн анхаарал халамж хэрэгтэй болох үед нь эмч нарт мэдэгдэнэ. Тэрээр өвчтөн юү хийж байна гэдгийг хянаж, телевиз, радиогоор сануулга эсвэл зөвлөмж өгнө.

○ *Анагаах ухааны хяналт.* Өмсөж болох мэдрэгчийг утасгүй биеийн хэсгийн сүлжээнд (WBAN) нийлүүлж, чухал шинж тэмдэг, хүрээлэн буй орчны үзүүлэлт, газар зүйн байрлалыг хянаж болох ба иймээс өвчтөн, настай хүмүүсийн эрүүл мэндийх нь талаар түргэн, нэн яаралтай мэдэгдэх, хэрэглэгчдийн эмнэлгийн тайланг цаг тухайд нь шинэчлэх үед урт хугацаанд, өвдөлтгүйгээр мэдэгдэж болно.

➤ *Аж үйлдвэрийн процессын хяналт.* Аж үйлдвэрт WSN-ийг үйлдвэрлэлийн процессыг хянах, эсвэл үйлдвэрлэлийн тоног төхөөрөмжийн нахцлийг хянахад хэрэглэж болно. Жишээ нь утасгүй мэдрэгчийг үйлдвэрлэлийн процессыг хянах зориулалтаар үйлдвэрлэлийн эсвэл угсралтын шугамд хэрэглэж болно. Химийн үйлдвэр эсвэл нефть боловсруулах үйлдвэрт шугам хоолойг хянахад мэдрэгчийг хэрэглэж болно. Хүн нгэвтрэх

боломжгүй машинд жижиг мэдрэгчийг хэрэглэж, машины аливаа эвдрэл, нөхцөл байдлыг мэдэгдэж болно. Уламжлал ёсоор тоног төхөөрөмжийг хуваарьт байдлаар байлгадаг, жишээ нь үнэтэй шалгалтанд 3 сар тутам. Холбогдох статистик мэдээгээр АНУ-ийн тоног төхөөрөмж үйлдвэрлэл жил бүр засвар үйлчилгээнд хэдэн тэрбум доллар зарцуулдаг. Мэдрэгч сүлжээ байгаа үед засвар үйлчилгээг тоног төхөөрөмжийн нөхцөл байдлаас шалтгаалан гүйцэтгэх боломжтой ба энэ нь засвар үйлчилгээний өртгийг ихээхэн багасгана, мөн машины ашиглах хугацааг нэмэгдүүлж, тэр ч бүү хэл ажиллах байдлыг нь хадгална.

➤ **Аюулгүй байдал ба ажиглалт.** WSN-ыг аюулгүй байдлын болон ажиглалтын олон хэрэглээнд ашиглаж болно. Жишээ нь акустик, видео, бусад төрлийн мэдрэгчийг барилга, нисэх онгоцны буудал, метро, бусад эгзэгтэй дэд бүтэц буюу жишээ нь цөмийн эрчим хүчний үйлдвэр, эсвэл харилцаа холбооны төвүүдэд тараан байрлуулж, булаан эзэгнэх довтолгоог тогтоон, бичиж, байж болох дайралтаас сэргийлж дохио өгнө. Байнгын дэд бүтэц шаарддаггүй хэрэглээнээс ялгаатай нь аюулгүй байдлын олон хэрэглээ нь эрчим хүчний хангамж, харилцаа холбоонд дэд бүтцийг байгуулах чадвартай.

➤ **Гэрийн ухаалаг байдал.** WSN-ийг хүмүүсийн илүү тохь тухтай, ухаалаг амьдрах орчныг бүрдүүлэхэд хэрэглэж болно.

- **Ухаалаг гэр.** Утасгүй мэдрэгчийг гэрт байрлуулж, бие даасан гэрийн сүлжээг бүрдүүлэхээр холбож болно. Жишээ нь ухаалаг зуух эсвэл печенд холбогдсон ухаалаг хөргөгч нь хөргөгчний бараа материалд үндэслэн холбогдох хоолны үзүүлэлтүүдийг ухаалаг зуух эсвэл меченд илгээж, тэр нь хоол болгох шаардлагатай температур, хугацааг тохируулна. Телевиз, видео тоглуулагч, DVD, CD тоглуулагчийн агуулга, хуваарийг алсаас удирдан хянаж, гэр бүлийн гишүүдийн янз бүрийн шаардлагыг хангаж болно.
- **Алсын хэмжилт.** Утасгүй мэдрэгчийг гэрт байгаа цахилгаан хэрэгслийг алсаас уншихад хэрэглэж болно, жишээ нь ус, хий, цахилгаан, тэгээд заалтыг нь утасгүй холбоо харилцааг ашиглан алсын төв рүү илгээж болно.

Үүн дээр нэмээд өөрөө өөрийгөө тохируулдаг WSN-ийг бусад олон салбарт хэрэглэж болно, жишээ нь гамшгийг бууруулах, замын хөдөлгөөний хяналт, агуулахын хяналт, иргэний инженер зүй. Гэсэн ч эдгээр гайхалтай хэрэглээг бодит байдал

болгохын тулд олон техникийн асуудлуудыг шийдэх ёстой.

➤ **Орон зайн хяналт:** Орон зайн хяналт бол утасгүй мэдрэгч сүлжээний энгийн хэрэглээ юм. Орон зайн хяналтын үед зарим үзэгдлийг хянах боломжтой бүс нутагт утасгүй мэдрэгч сүлжээг байршуулдаг. Жишээлбэл: дайны үед мэдрэгчийг дайсны халдлагыг илрүүлэхэд ашигладаг. Мөн иргэний зориулалтаар байгалийн хий эсвэл газрын тосны хоолойны газар зүйн хязгаарыг тогтооход ашигладаг.

➤ **Агаарын бохирдлын хяналт:** Утасгүй мэдрэгч сүлжээний төхөөрөмжийг хэд хэдэн хотод байрлуулж /stokolm, London, bresbein/ хотын иргэдэд учруулах хорт хийн нөлөөллийг хянах. Энэ төхөөрөмж бусад төхөөрөмж болох утастай төхөөрөмжөөс хэд хэдэн давуу талуудтай

1. Зөөвөрлөхөд хялбар
2. Судалгааны үр дүнг нэг зэрэг хэд хэдэн газраас хянах боломжтой.
3. Архитектурын бүтцийн хувьд хэд хэдэн өөр бүтэцтэй. Үүнийг бид дүн шинжилгээ, уул уурхайн өгөдөлд дүн шинжилгээ хийхэд ашиглаж болно.

➤ **Ой модны гал түймрийг илрүүлэгч:** Сүлжээний мэдрэх төхөөрөмжийг ойн хэсэгт байрлуулан гал гарахыг мэдэрнэ. Уг төхөрөмж нь температур, чийглэг, хийг мэдрэх юм. Гал түймрийн аюулыг эрт ирлүүлэгч нь гал хэзээ эхэлсэн болон хэр тархацтай байгааг мэдээлдэг нь гал унтраагчдын талархлыг олоод байгаа юм .

➤ **Газар нуралтыг хэмжигч:** Утасгүй мэдрэгч сүлжээний систем нь хөрсний маш бага хэсэг болон параметрийн өөрчлөлтүүдийг мэдэрч газар нуралтаас өмнө мэдээлдэг. Эдгээр өөрчлөлт мэдээллүүдийн тусламжтайгаар газар нуралт болохоос өмнө мэдэх боломжтой юм.

➤ **Байгалын гамшгийг урьдчилан хамгаалах хэрэгсэл:** Байгалын гамшиг, үер гэх мэт гамшгаас урьдчилан хамгаалах төхөөрөмж юм. Жишээлбэл усанд энэ төхөөрөмжийг байрлуулан хэмжээг хянан мэдээлэх юм.

➤ **Үйлдвэрлэлийн хяналтын төхөөрөмж:** Машин механизм тоног төхөөрөмжид суурилагдан үйлдвэрлэлийн явцад тоног төхөөрөмж болон ажиллагаанд алдаа гарах тохиолдолд мэдээлдэг систем юм. Утастай мэдрэгч систем нь өртөг өндөр, хэрэглэх газар хязгаарлагдмал байдаг болохоор энэ утасгүй систем нь хэрэглэхэд тохиромжтой. Сүүлийн үеийн судалгааны байдлаар харилцаа холбооны маш олон мэдрэгч төхөөрөмж хөгжсөн



байна. Утасгүй энэ харилцаа холбооний төрөөрөмж нь чанартай үйлчилгээг үзүүлэхээс гадна цаг хугацааны бодит байдалд ажиллана. Ийм учраас энэ салбарын хэрэглээ маш эрчимтэй өсөж байна.

➤ **Усны хяналт: Ус болон бохир усны хяналт:** Газар доорх ба дээрх усны түвшин болон чанарыг хянахаас гадна тухайн орны усны байдал нь хүн амьтанд хэр үр ашигтайг тодорхойлно.

- ✓ Усны чанарын ажиглалт- нь голын усны болон далангын бүхий л үйл явц хэмжиж ажиглах процесс юм.
- ✓ Энэ төхөөрөмжөөр усны талаарх нарийвчилсан газрын зураг хийгдэж болно.

### **Ус түгээлтийн сүлжээний зохион байгуулалт:**

Үйлдвэрлэлийн ус түгээлтийг хэмжээг хяналттай болгосноор байгалаас авч байгаа болон гол далай руу цутгаж буй усыг хянах боломжтой болсон.

### **Дэд бүтцийн сүлжээ:**

- ✓ Software програм хангамж: тусгай буюу энгийн програмыг хэрэглэгчдэд санал болгож байна. Үүнд:
- ✓ Өгөгдлийн дүн шинжилгээ буюу график дизайн
- ✓ Өгөгдлийн хадгалалт
- ✓ Хэрэглэгчийн систем дахь холимог шийдэл

## **БҮЛЭГ II.УТАСГҮЙ МЭДРЭГЧТЭЙ СҮЛЖЭЭНИЙ ХЭРЭГЛЭЭ**

### **2.1. Утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээг гадаад улсад хэрэглэж буй байдал**

#### **2.1.1. RFID болон утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээ**

Сүүлийн жилүүдэд RFID технологи нь олон салбарт Олон Улсын Бүтээгдэхүүний Кодны зураасан системийг орлон ашиглагдах болжээ. Ялангуяа, RFID нь ойрын зайны радио давтамжийн технологийг ашиглан тоон мэдээллийг хөдөлгөөнгүй болон хөдөлгөөнт объект хооронд, мөн хөдөлгөөнтөөс хөдөлгөөнт объект хооронд дамжуулдаг байна. RFID технологи нь хүний нүдэнд харагдахгүйгээр дамжуулалт хийхээс гадна илүү өргөн хүрээг хамарч ажиллаж чаддаг тул яах аргагүй зураасан кодны системээс илүү байж, замын

электрон хураамжны төлбөр, нийлүүлэлтийн гинжин удирдлага, сэдвийн хайлт зэрэг олон салбаруудад ашиглагдаж эхэлж байна [1]. RFID систем нь ерөнхийдөө энгийн шошго буюу транспондер болон уншигч зэрэг төхөөрөмжүүдээс бүрддэг. RFID шошго нь жижиг хэмжээтэй, хямд ба маш их хэмжээгээр, бага зардлаар суурилуулах боломжтой. Түүнээс гадна, RFID шошго нь тусгай дугаар (UID) бүхий тоон кодтой байдаг ба объектод холбон удирдаж болдог. RFID уншигч нь шошгыг унших алгоритмтай байх ба тоон кодыг уншин, тодорхойлно. Шошготой харьцуулбал уншигч нь илүү олон үйлдэл хийх ба ихэвчлэн хүлээн авч боловсруулах компьютер юмуу сүлжээтэй холбогдсон байна. Утасгүй тархмал мэдрэгчтэй сүлжээ нь цэг (толбо) гэгдэх орон зайд тархсан маш олон хэрэглүүрүүдээс бүрдэнэ. Тэдгээр нь мэдрэгчтэйн тусламжтайгаар температур, дуу авиа, чичрэлт, даралт, хөдөлгөөн, бохирдуулагч зэргийн удирддаг. Энэ цэгэн хэрэглүүрүүд нь жижиг хэмжээтэй, хямд учир мөн их хэмжээгээр суурилуулах боломжтой. Цэгнүүд утасгүй холбоо тогтоох чадамжтай ба бусад цэгнүүдтэйгээ шууд болон хэд хэдэн дамжлагатайгаар холбогддог. Эрчимтэй судалгаа, шинжилгээний ажлын үр дүнд утасгүй тархмал мэдрэгчтэй сүлжээг олон төрлийн програм, протоколд ашиглах болжээ [2].

RFID төхөөрөмж болон утасгүй тархмал мэдрэгчтэй сүлжээг нэгтгэн хэрэглэснээр аль аль талдаа давуу талтай. Нэгдүгээрт, RFID уншигчийг холбосноор цэгэн мэдрэгчүүд нь уламжлалт мэдрэгчээс объектыг илүү өргөн хүрээнд мэдэрч, удирдах боломжтой. Хоёрдугаарт, утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээ нь RFID системийн үйлчлэх хүрээг мөн нэмэгдүүлж, сүлжээгүй газруудад ажиллах боломжийг бий болгодог. Уг бакалаврын загварын төслийн хувьд RFID систем болон утасгүй тархмал мэдрэгчтэй технологийг зэрэг ашиглан хүүхдийн байршлыг тодорхойлох системийг зохиох гэж байна. Манай системийн загвар нь тухайн цаг үед нь RFID шошгыг илрүүлж, суурилуулсан утасгүй мэдрэгчтэйн тусламжтайгаар алсаас мэдээлэл цуглуулах юм.

### **2.1.2. Холбоотой төслүүд**

Энэ хэсэгт бид хэд хэдэн бодит амьдрал дээр болон эрдэм шинжилгээний судалгааны лаборатори, үйлдвэрлэлийн салбарт хэрэгжиж, биелэлээ олсон төслүүдийн талаар авч үзэх болно.

**-Сиэтл дахь Интелийн Судалгааны төвөөс** ашиглагдаж байсан RFID уншигчийг хөгжүүлэн эд зүйлд хүрэхэд мэдэрч, танидаг болгон боловсруулжээ [3]. Уг RFID уншигчийг бээлий болон бугуйвчинд суурилуулан шошго суурилуулсан объектыг хэрэглэгчийн харилцан үйлчлэлээр илрүүлдэг байна. Эдгээр уншигчид нь цэгэн мэдрэгчээр холбогдох ба мэдрэгдсэн мэдээллийг утасгүй холбоогоор ойролцоогоор 15-30метрийн зайд төв удирдах компьютер луу дамжуулдаг. RFID болон утасгүй мэдрэгчийг нэгтгэснээрээ өгөгдлийг бодит тухайн үед задлан шинжилж, дамжуулан өмсөж болох төхөөрөмжүүд, өөр дээрээ удирдлагатай эд зүйлс дээр суурилуулах боломжтой юм. Практикт хэрэглэгдэх RFID систем нь үйлдэлд суурилсан програмуудад болох эрүүл мэндийн оношлогоо, үйлдвэрийн газрын ашиглалт, хайлтын үгээр мэдрэх санамжийн програм зэрэгт хэрэглэгдэж болно.

#### **- Рагобот: Сүлжээнд холбогдсон тоглоомын роботууд**

Лос Анжелосын Калифорнын Их Сургуулийн Сүлжээгээр холбогдсон болон шигтгэсэн системийн лабораторийн эрдэмтэд бодит үйлдлээр тоглодог роботуудыг (Рагобот) хөдөлгөөнт мэдрэх сүлжээг зохион бүтээжээ. Рагобот нь робот тоглоомтой харилцан үйлчлэлцэн, эцсийн зорилгод хүрэхийн тулд хамтран ажиллах юм. Тухайлбал, Рагобот нь RFID системийг ашиглан зардал багатай, объектийг таних шийдлийг ашиглажээ. Тоглоомын самбар дээрх бүх биетүүд нь шошготой, төрөл зүйлээрээ ангилагдсан байна. Жижиг хэмжээтэй RFID уншигч нь Рагоботод байрласнаар шошгонд хадгалагдаж буй мэдээллээр дамжуулан биетийн төрөл, хэлбэрийг тодорхойлно [4]. Цаашлаад, Рагоботод RFID систем нь суурилснаар хөдөлгөөнд цэгэн мэдрэгчтэй тохиргоогоор орчны байдал болон динамикийг мэдрэх боломжтой.

#### **-Өвчтөний Удирдлага ба Байршлыг тодорхойлох**

Нидерландын IMEC (IMEC-NL), Голландын судалгааны институтаас 2.45Гц-ийн радио идэвхит RFID шошгыг, өвчтөний чухал шинж тэмдэгүүдийг тэмдэглэн өгөгдөл болгон төв систем рүү дамжуулдаг мэдрэгчтэйтэй нэгтгэн хүний биеийн байдлыг хянах системийг зохиосон байна [6]. Одоогийн байдлаар татаж унах, амьсгал нь тасалдах зэргээс эмнэлэгийн хяналтанд байдаг өвчтөнүүд нүүрэнд нь холбосон утсан, электрон кодоор тэдний биеийн байдлыг хянаж байгаа юм. IMEC-NL нь үүнийг улам боловсронгуй болгож,

дээрх утас бүхий хайрцагийг утасгүй мэдрэгчтэйээр орлуулан өвчтөний тархины үйл ажиллагааг хөдөлгөөнт хэлбэрт хянан, цаашлаад өвчтөнийг гэрээс нь хянах санааг дэвшүүлжээ. Хэрэв мэдрэгчтэй нь тархины үйл ажиллагаанд цочмог өөрчлөлт мэдэрвэл RFID уншигч руу 10 метрийн зайд дохио илгээдэг байна. Белги улсын Гентийн Эмнэлэгийн Их Сургуул мөн дээрхтэй адил RFID системд суурилсан өвчтөний байршлыг тогтоох системийг хэрэгжүүлсэн юм [7]. RFID мэдрэгчийн сүлжээ нь өвчтөний зүрх судасны үйл ажиллагаа доголдоход өвчтөний байршлын мэдээллийг түүний хянагч эмч рүү дохиогоор илгээдэг байна. Энэ систем нь AeroScout T2 идэвхитэй Wi-Fi шошгыг ашиглан, 2.4 Гц-ийн дохиогоор өвчтөний UID кодыг эмнэлэгийн сүлжээ рүү илгээдэг.

#### **-Гамшгийн үр дагаврыг бууруулагч телепат**

Австралийн Мелбурн дахь утасгүй харилцаа холбооны компаниас гал асч эхлэх үед гал хамгаалагчид руу аваарын дохиог дамжуулах RFID системд суурилсан мэдрэгчийг танилцуулжээ[8]. Уг санал болгож буй схем нь идэвхтэй RFID шошго болон утасгүй дулаан мэдрэгчийг нэгтгэсэн загвар юм. Мэдрэгчтэй нь урьдчилан зааж өгсөн температурын хэмжээнээс 2 градусаар өөрчлөлт мэдрэгдэхэд RFID шошго идэвхжин UID кодыг уншигч руу илгээнэ. Энэ дохио нь гал хамгаалагчийн утас руу илгээгдсэнээр цаг алдалгүй арга хэмжээ авах юм. Японы Дотоод Хэрэг, Харилцаа Холбооны Яамнаас дээрхтэй төстэй системийг боловсруулсан нь гамшиг болж буй газар нутгийн талаар мэдээллийг цуглуулахдаа RFID мэдрэгчийн шошгыг тэнгэрт шүршин мэдээлэл авдаг байна [9]. RFID шошго нь мөн гамшгийн хохирогчдыг олж илрүүлэн, цуглуулсан өгөгдлийг утасгүй сүлжээгээр дамжуулдаг.

#### **-Эд хөрөнгийн хяналт, байршил тогтоолт**

Бодит амьдрал дээр RFID болон утасгүй мэдрэгчийг хамтад нь ашигласан маш олон тооны эд хөрөнгийн хяналт, байршил тогтоох програмууд байдаг. Жишээ татвал, Нэгдсэн Улсын Тэнгисийн цэргийн хүчний ашигладаг агуулах дахь агаарын хөлөгийн чухал эд ангиудыг хянах утасгүй RFID систем [10], Siemens IT-гийн ачааны байршил илрүүлэгч RFID болон утасгүй мэдрэгчтэй, GSM, хиймэл дагуулийн сүлжээг нэгтгэсэн загвар [11], Зиг Бийф-ийн малчид, фермерүүдэд зориулсан мал амьтныг алсын зайнаас илрүүлэх RFID систем гэх мэтчилэн олон загварууд бий.

### **2.3.Хүүхэд хамгааллын асуудал нийгмийн тулгамдсан асуудал болох нь**

Хүүхэд хамгаалал гэдэг үгийг янз бүрийн нөхцөлд хэрэглэх болох болсон ч энэ нэр томъёоны талаар манайд нэгдсэн үзэл ойлголт одоогоор байхгүй байна. Хүүхэд хамгааллын тухай нэгдсэн ойлголттой байх нь асуудлаа зөв тодорхойлж, үр дүн өөрчлөлт гарахуйц хөтөлбөр бодлого боловсруулах хэрэгжүүлэхэд онцгой ач холбогдолтой.

Олон улсын байгууллагууд хүүхэд хамгааллыг дараах байдлаар тодорхойлдог.

Хүүхэд хамгаалал нь хүүхдийг:

- дарамт, хүчирхийлэл
- үл хайхрах явдал
- мөлжлөгөөс хамгаалах гэсэн үг юм.

Энэ нь: НҮБ-ын хүүхдийн эрхийн конвенцид заасан хүүхдийг хамгаалуулах эрхүүдээр баталгаажсан юм. НҮБ-ын ХЭЖ-д заасан хүүхэд хамгаалуулах доорхи эрхүүд байдаг. Үүнд: Бие болон сэтгэл санааны хүчирхийллээс хамгаалуулах эрх, эдийн засгийн мөлжлөг ба тэвчишгүй хөдөлмөрөөс хамгаалуулах эрх, худалдаалах хамгаалуулах эрх бусад төрлийн хүчирхийллээс хамгаалуулах эрх, бэлгийн бүх төрлийн хүчирхийллээс хамгаалуулах эрх, зэвсэгт мөргөлдөөнөөс хамгаалуулах эрх, өөрсдийн хүсэлтийн эсрэг гэр бүлээсээ тусгаарлагдахаас хамгаалуулах эрх, хуультай зөрчилд орохоос хамгаалуулах эрх, иймд хүүхдийн бүх эрхийн хамгаалал нийгмийн хамгаалал, нийгмийн суурь үйлчилгээ зэргээс ялгаатай өөр төрлийн бодлого, хөтөлбөр, үйлчилгээ шаардлагатай байна.

Хүүхэд хамгааллах нь хүүхдийн бүх эрхийн хамгаалал биш: Тухайлбал хүүхдийн бүх эрх буюу эсэн мэнд амьдрах хөгжих, боловсрол эзэмших, хамгаалуулах, нийгмийн суурь үйлчилгээг хүртэх зэрэг эрхүүдийг хамгаалах тухай ойлголтонд хүүхэд хамгаалал багтдаг боловч хүүхэд хамгаалал нь өөрөө бодлого хөтөлбөр үйл ажиллагаа үйлчилгээ шаарддагаараа ялгаатай.

Төслийн хүрээнд 3 ба түүнээс дээш насны хүүхэдтэй эцэг, эхчүүдыг хамруулж интернет болон асуулга хэлбэрээр нийт 105 хүнээс судалгааг авсанаа дор сийрүүлэв.

Судалгааны хамрах хүрээ: Судалгааны үр дүн:

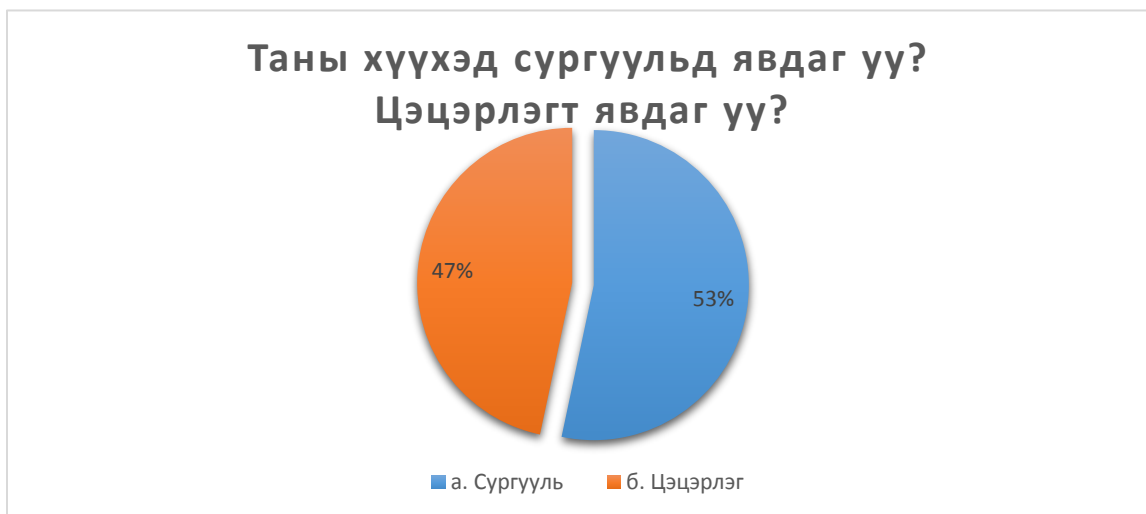
1. Таны хүүхэд хэдэн настай вэ?

	Хариулт	Хариулт өгсөн байдал	Хувиар илэрхийлсэн байдал	Асуултанд хариулсан хүний тоо
1.	а. 3-5нас	$27+21+1=49$		105
2.	б. 6-8нас	$8+17+5+1=31$		
3.	в. 8-10 нас	$6+2+1+3=12$		
4.	г. 11 ба түүнээс дээш	$7+5+1=13$		



## 2. Таны хүүхэд сургуульд явдаг уу? Цэцэрлэгт явдаг уу?

	Хариулт	Хариулт өгсөн байдал	Асуултанд хариулсан хүний тоо
1.	а. Сургууль	56	105
2.	б. Цэцэрлэг	49	



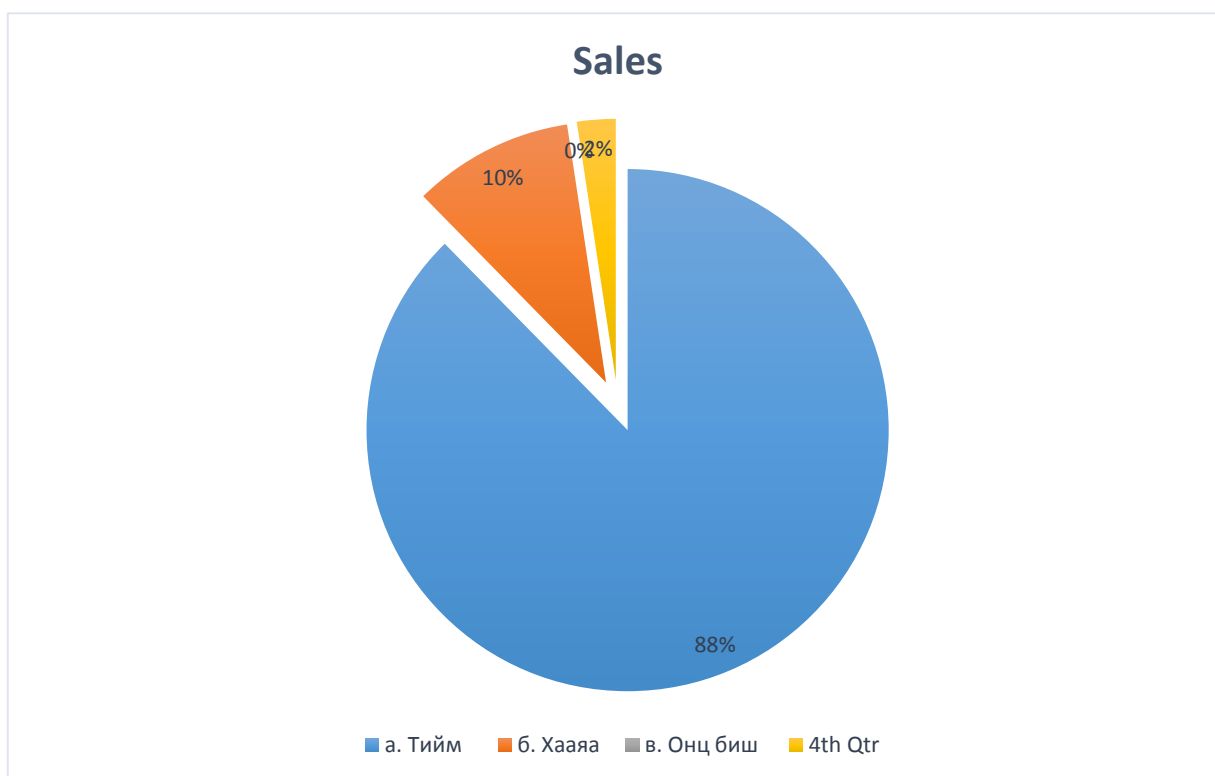
## 3. Та хүүхдээ цэцэрлэг дээр ямар байдалтай юу хийж байгааг мэддэг уу?

	Хариулт	Хариулт өгсөн байдал	Асуултанд хариулсан хүний тоо
1.	а. Тийм	5	49
2.	б. Үгүй	44	



4. Та хүүхдээ цэцэрлэг дээрээ юу хийж байгааг мэдэхыг хүсэж байна уу?

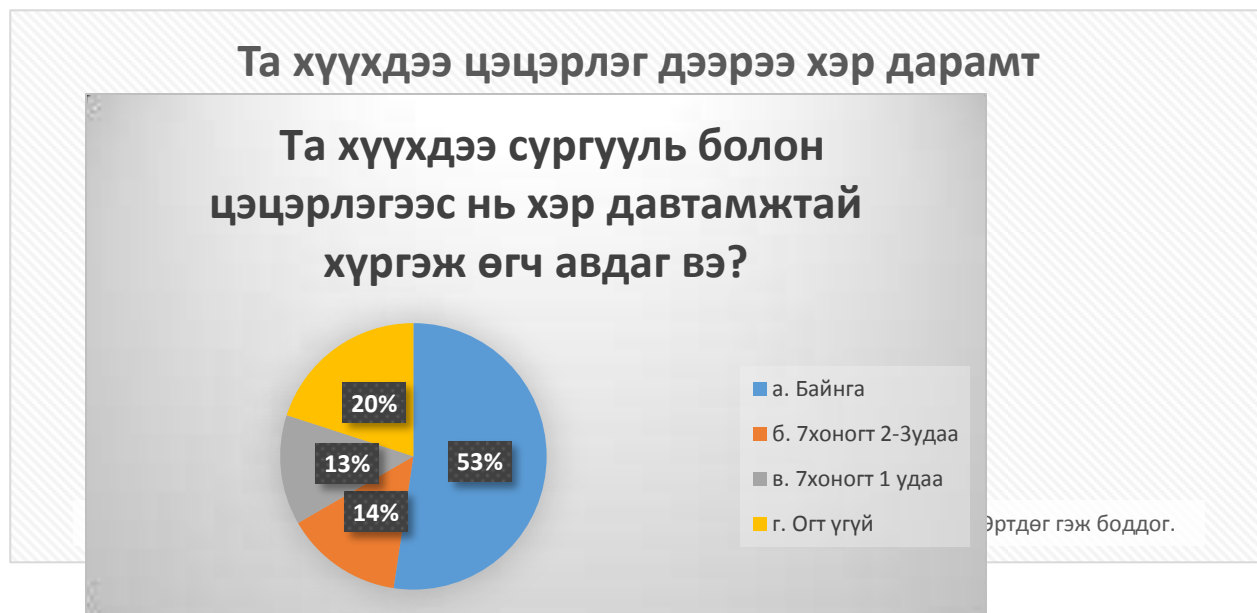
	Хариулт	Хариулт өгсөн байдал	Асуултанд хариулсан хүний тоо
1.	а. Тийм	44	49
2.	б. Хааяа	5	
3.	в. Онц биш	0	



5. Та хүүхдээ цэцэрлэг дээрээ хэр дарамт шахалтанд өрддөг гэж боддог вэ?

	Хариулт	Хариулт өгсөн байдал	Асуултанд хариулсан хүний тоо
1.	а. Тиймэрхүү асуудал байхгүй гэж боддог	12	49
2.	б. Хааяа л тийм бодол төрдөг	35	
3.	в. Өртдөг гэж боддог.	2	





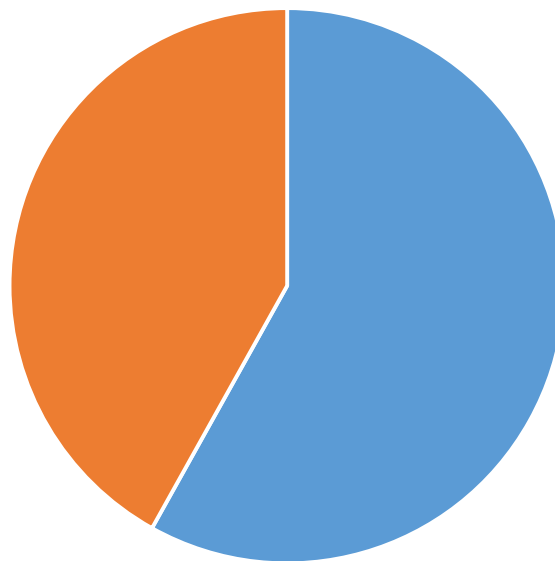
6. Та хүүхдээ сургууль болон цэцэрлэгээс нь хэр давтамжтай хүргэж өгч авдаг вэ?

	Хариулт	Хариулт өгсөн байдал	Асуултанд хариулсан хүний тоо
1.	а. Байнга	55	105
2.	б. 7хоногт 2-3удаа	15	
3.	в. 7хоногт 1 удаа	14	
4.	г. Огт үгүй	21	

7. Та хүүхдээ сургууль болон цэцэрлэгээс нь авах боломжгүй болсон тохиолдолд хаана юу хийж явааг мэддэг үү?

	Хариулт	Хариулт өгсөн байдал	Асуултанд хариулсан хүний тоо
1.	а. Тийм	61	105
2.	б. Үгүй	44	

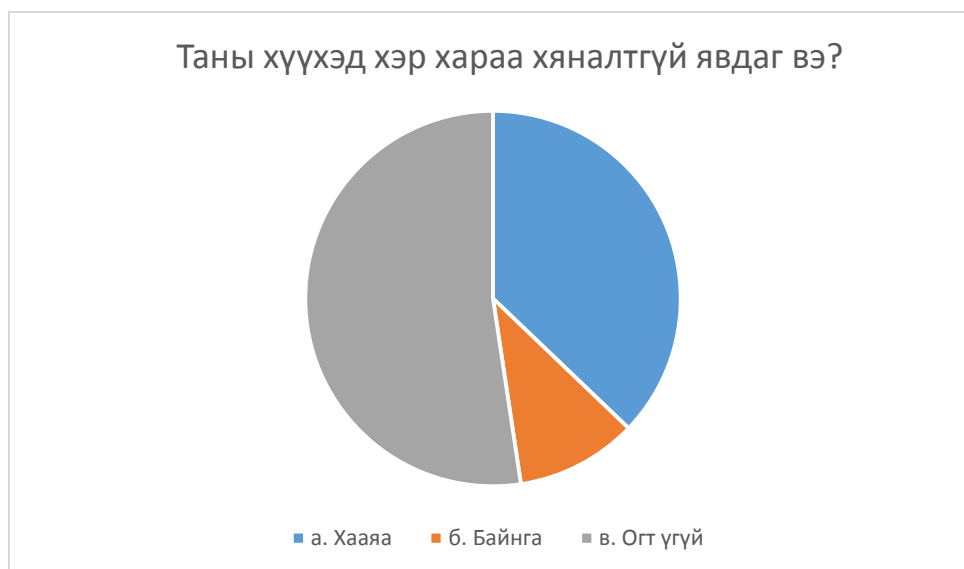
Та хүүхдээ сургууль болон цэцэрлэгээс нь авах боломжгүй болсон тохиолдолд хаана юу хийж явааг мэддэг үү?



■ а. Тийм ■ б. Үгүй

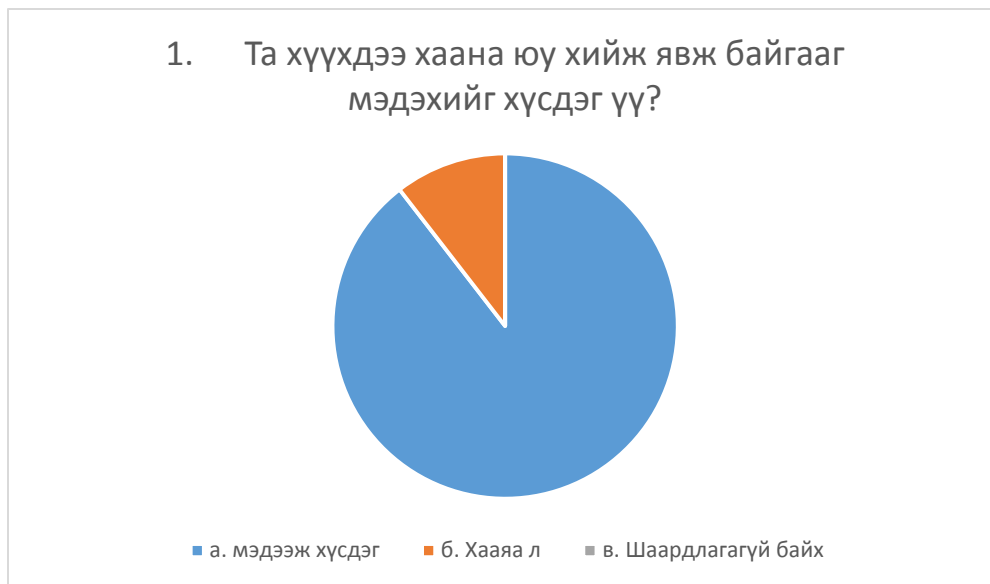
## 8. Таны хүүхэд хэр хараа хяналтгүй явдаг вэ?

	Хариулт	Хариулт өгсөн байдал	Асуултанд хариулсан хүний тоо
1.	а. Хааяа	39	105
2.	б. Байнга	11	
3.	в. Огт үгүй	55	



9. Та хүүхдээ хаана юу хийж явж байгааг мэдэхийг хүсдэг үү?

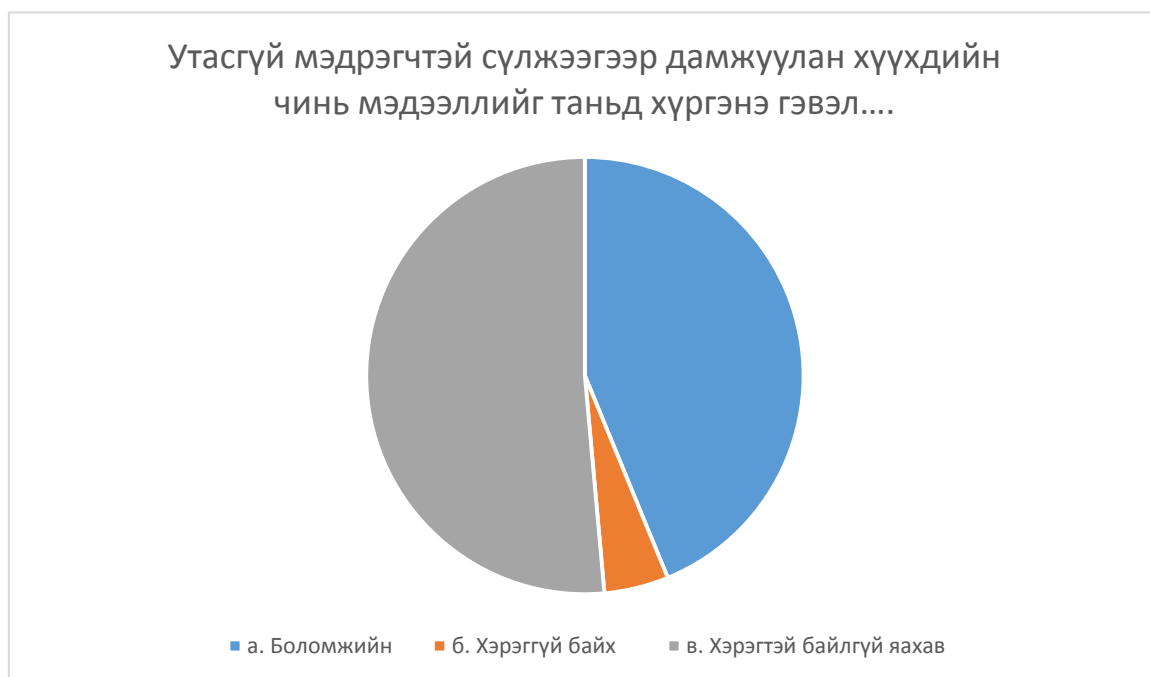
	Хариулт	Хариулт өгсөн байдал	Асуултанд хариулсан хүний тоо
1.	а. мэдээж хүсдэг	94	105
2.	б. Хааяа л	11	
3.	в. Шаардлагагүй байх	0	



10. Утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээгээр дамжуулан хүүхдийн чинь мэдээллийг таньд хүргэнэ гэвэл....

а.

	Хариулт	Хариулт өгсөн байдал	Асуултанд хариулсан хүний тоо
1.	а. Боломжийн	46	105
2.	б. Хэрэггүй байх	5	
3.	в. Хэрэгтэй байлгүй яахав	54	



## 11. Та хүүхдийнхаа ямар мэдээллийг илүү ихээр авах хүсэлтэй байна?

1. 1	Цэцэрлэгтээ юу хийж, юу зааж сурч байгааг
1.	Чөлөөт цагаараа юу хийж байгааг
2.	Юу хийж явааг нь
3.	Хаана юу хийж яваж байгаа, хэнтэй байгаа г.м
4.	Юунд цаг заваа илүү их зарцуулж буйг мэдэх
5.	Хаана хэнтэй явааг
6.	Одоогоор бага насны хүүхэд учир мэдэх шаардлага байдаггүй
7.	Байнга ярьдаг учир шаардлагагүй
8.	Аюулгүй байдал
9.	Хаана байгааг мэдэх
10.	Хаана байгааг нь мэдэхийг хүсдэг
11.	Ер нь цэцэрлэг дээрээ ямар зүйлийг хийж байгааг мэдэхгүй. Багш нарын харьцаа!
12.	Одоогоор шаардлагагүй
13.	Хаана юу хийж явааг мэдэх
14.	Хичээл тараад хаагуур явжийгаа, юу сурч мэдэж байгааг
15.	Хаана байгаа талаар
16.	Шаардлагатай мэдээллүүдээ бүрэн авч чаддаг гэж боддог
17.	Хаана юу хийж явааг мэдэх хэнтэй
18.	Хаана юу хийж явааг
19.	Хаана явааг нь
20.	Хичээлийн бус цагаар явдаг газар, нийлдэг найз нөхөд г.м
21.	Бүх зүйлийн
22.	Сургуулиа тараад хаана юу хийж явааг нь байнга мэдэх шаардлагатай
23.	Хичээлийн бус цагаар хаана юу хийж, хэнтэй цуг явааг нь

24.	хаана юу хийж яваж байгаа , хэнтэй хамт явааг нь
25.	Хаана байгааг
26.	Юу сурч мэдэж байгаа хаана юу хийж явааг

Судалгааны үр дүнд

Энэхүү судалгааны үр дүнд үндэслэн утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээг ашиглан бага насны хүүхдүүдийг хаана явж байгааг эцэг эхэд нь мэдээлж болох юм байна.

#### **2.4. Монгол орны нөхцөл, хүмүүсийн сэтгэхүйн онцлогт тохирсон хяналтын системийг ашиглах(сургуулийн болон цэцэрлэгийн хүүхэд дээр)**

Миний санал болгож буй сэдэв бол утасгүй мэдрэгчтэй төхөөрөмжүүдийг ашиглан эцэг эхчүүд хүүхдээ хаа яваа, юу хийж байгааг хянах боломжтой болох ба санаа зоволтгүй ажлаа хийх боломжийг олгоно.

#### **Сургуулийн орчинд хэрхэн ашиглах вэ?**

Ерөнхий боловсролын бага насны хүүхдүүдээ эцэг эхчүүд нь цаг тутамд анхаарал тавьж чаддаггүй. Харин энэхүү утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээг ашиглан хүүхдээ хаана явж байгааг ажил дээрээсээ анхааран халамж тавих боломжтой болно.

#### **Ямар насны хүүхдүүдэд хэрэглэх вэ?**

Ерөнхий боловсролын бага анги буюу 1-4 ангийн хүүхдүүд нь төөрөх танихгүй хүн дагаж явах гэх мэт асуудлууд гардаг тийм ч учраас 6-11 насны хүүхдүүдэд хэрэглэнэ.

#### **Хэрхэн ашиглах талаар**

Энэхүү технологийн тусламжтайгаар хүүхдээ хаана явж байгааг гар утсандаа мэдээлэл авах эсвэл компьютероосоо GPS ашиглан хянаж болно. Сургуулийн орчинд ирцийн бүртгэл хийн сургуульдаа орж ирсэн үгүйг мэдээлэн хүргэх боломжтой. Дараах асуулгаар 500 орчим хүнээс судалгаа авч нэгтгэсэн болно.

Энэхүү судалгаагаар утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээг ашиглан хүүхдийн байршлын мэдээллийг эцэг эхэд хүргэх нь хэрэгтэй үр дүнтэй юм байна гэж үзэн судалгааг цааш үргэлжлүүлсэн юм.

### Утасгүй сүлжээ бүхий хүүхдийн аюулгүй байдлыг хангах уяа

*Forget Me Not систем нь өөрөө өөрийгөө идэвхжүүлэгч, өөрөө өөрийгөө танин мэдэх тоон утасгүй сүлжээ бүхий аюулгүй байдлыг хангах систем бөгөөд машины суудалд сууж байх үед хүүхдийг хамгаалах зорилготой юм.*

*Forget Me Not* тоон утасгүй сүлжээ бүхий систем нь 2 тоон дамжуулагч болон суудлын мэдрэгчээс тогтоно. Мэдрэгч нь машин дахь хүүхдийн суудлын дэрний ард байрлах бөгөөд нэг утасгүй сүлжээ бүхий дамжуулагчид холбогдоно. Нөгөө дамжуулагч нь таны машины түлхүүрт холбогдоно. Хэрвээ та санамсаргүйгээр аюулгүй бүсээс гадагш алхвал буюу машинаас тодорхой хэмжээний зайд холдвол, *Forget Me Not* системийн дохио чангаар дуугарч танд сануулах юм. Төхөөрөмжийг байрлуулах нь тун хялбар бөгөөд танд ердөө л 3 минут хангалттай.

Бүтээгдэхүүний горимууд

*Forget Me Not* нь бусад төхөөрөмжид байдаггүй 3 үйлдлийн горимтой байдаг.

1. CAR SEAT MODE - Үндсэн горим бөгөөд машины суудал дээр сууж байгаа хүүхдийн аюулгүй байдлыг хангахаар тохиргоо хийгдсэн байдаг.

2. PET MODE - Таны тэжээвэр амьтныг хэт өндөр болон хэт хүйтэн хэмээс хамгаална. Хүзүүвчнээс нь зүүхэд л хангалттай.

3. DISNEY MODE - Олон хүн цугларсан их дэлгүүр, цэцэрлэгт хүрээлэн, цэнгэлдэх хүрээлэн, нисэх буудал гэх мэт газруудад хүүхдээсээ холдохоос сэргийлэх зорилготой горим юм. Энэхүү горим нь таны 3-дагч нүд болох юм.

Бүтээгдэхүүний шинж чанар

- Утасгүй сүлжээ бүхий *Forget Me Not* систем нь хамгийн найдвартай утасгүй сүлжээний технологи юм. *Forget Me Not* утасгүй сүлжээний технологи нь дэлхий даяар эмнэлэгүүдэд хэрэглэдэг технологитой ижил юм.

- Өөрөө өөрийгөө идэвхжүүлэгч болон өөрөө өөрийгөө танин мэддэг - *Forget Me Not* нь машины суудалд хүүхэд суумагц өөрөө автоматаар мэдэрч, идэвхждэг.

- Pet Mode - Дэлгэцэн дээр таны машин дотор хэдэн хэм байгааг зааж, хэрвээ аюултай хэмд хүрсэн байвал анхааруулга дохио гарч ирэх болно.



- Disney Mode - Хүүхдийг тань алдалгүй авч явах болно (Цэцэрлэгт хүрээлэн, их дэлгүүр, цэнгэлдэх хүрээлэн, нисэх буудал гэх мэт газруудад тун тохиромжтой). Disney горимд шилжихийн тулд, нэг дамжуулагчийг хүүхдийн өмдний тэлээний гогцоонд зүүгээд л болно. Хэрвээ хүүхэд АЮУЛГҮЙН БҮС-ээс хэтэрвэл дохио дуугарна.
- Smart Battery - Өөрөө өрийгөө танин мэдэхээр системчлэгдсэн тохиргоо нь цэнэгийг гамнахаар зориулагдсан юм. Хэрэглээнээс хамаарч 6-12 сарын хугацааны дараагаар зайг солих хэрэгтэй. МӨН *Forget Me Not-н Ухаалаг зай нь цэнэг дуусах үед автоматаар цэнэг дуусч байгааг илтгэнэ.*
- Суурилуулахад хялбар – 3 минут зарцуулна, автомат шалгах системтэй

#### Бүтээгдэхүүний деталь

○ Стил: Нялх болон бага насны, хөлд орж байгаа хүүхдийн аюулгүй байдлыг хангах суудлын болон машины дэр (налах болон босоо байрлалд хоёуланд нь), Хүүхдийн жин: 1.8кг-с дээш, Суудлын мэдрэгч: Автомат түвшин бүхий суудлын мэдрэгч, 30 хоногийн дотор буцаах боломжтой, 1 жилийн нөхцөлгүй баталгаа, Аж үйлдвэрийн утасгүй сүлжээний стандарт (2.4 GHz өргөн), Зайны хугацаа 6 сар хүртэл, Холоос холбогдоно, машинаас 127 см хол зайд барина (үүнээс хэтэрвэл дохио дуугарна)

#### Баглаа саванд багтах зүйлс:

○ нялх хүүхдийн болон – хөлд орж байгаа хүүхдийн мэдрэгч, 1 дамжуулагч хэрэгсэл (машины суудалд, хүүхдийн бүсны гогцоонд болон нохойны хүзүүвчинд холбоно), 1 дохионы хэрэгсэл, 1 ширхэг зай

### БҮЛЭГ III. ХЭРЭГЖҮҮЛЭЛТИЙН ХЭСЭГ

#### 3.5. Хүүхдийн байршлыг мэдэх системийн шаардлагууд

Эхлээд системийн шаардлагууд болон хүүхдийн байршлыг тодорхойлохын системийн талаар авч үзээд, цаашлаад системийн бүрдлүүд болон загварын ач холбогдлын талаар авч үзнэ. Системийн хийц, шинж чанарын талаар дэлгэрэнгүйг мөн оруулсан байгаа. Үүнээс гадна бусад боломжит сонголт бүхий хувилбаруудыг дурьдсан болно.

##### 3.5.1. Системийн тойм

Бид энэ дипломын ажлаараа ямар нэгэн утсан буюу утасгүй сүлжээнд холбогдоогүй байгууллагын хэсэгт хүүхдийн байршлыг хянах системийг боловсруулахыг зорилоо.

Үүний тулд 14-р сургуулийг сонгон авлаа. Сургуульд нийтдээ 1500 орчим хүүхэд суралцдаг. Бидний даалгавар бол сургуулийн гадаах хөшөөн дээр дэвшилтэт технологийн хийц бүхий интерактив мэдрэгчийг тогтоож, суурилуулах байв [13]. Шаардлагын дагуу утасгүй байршлыг тодорхойлох систем тавихыг зорьсон Уг системийн гол зорилго нь тодорхой хүрээнд (2-3 метр) байгууламжийн ойролцоох хүүхдийн байршлыг тогтоож, илрүүлэх юм. Сургуулийн гадаа ба дотор байгаа хүүхэд бүр RFID шошгыг зүүнэ. Оюутан сургуульд ойрхон ирэх үед RFID ажиллан шошгыг уншин танина. Энэ мэдээлэл нь суурилуулсан утасгүй мэдрэгчээр дамжин мэдээлэгдэнэ. Нэг цэгэн мэдрэгчтэй нь сүлжээний гарц болж удирдлагын компьютертай утсаар болон утасгүй холбоогоор холбогдсон байна. Ингэснээр төв хүлээн авах компьютер хүүхэд бүрийн байгаа газрыг илрүүлж мэдээллийг дэлгэцэн дээрээ харуулах юм. Цаашлаад, байршил тогтоох системийг үндэслэн зарим нэг харилцан үйлчлэлийн үйлдлүүдийг нэмэлтээр суулгаж болох юм. Тухайлбал, хөшөөний ойролцоо байгаа хүүхдийн зургийг буулган авч, дараа нь хүүхдүүд зургаа угаалгуулан дурсамжтай мөчөө хадгалж авч үлдэж болно гэх мэт.

### 3.5.2. Системийн бүрэлдэхүүн

Хүүхдийн байршлыг тогтоох системийн хамгийн гол техникийн бүрэлдэхүүн хэсгүүд нь RFID шошго болон уншигч, утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээ, хөдөлгөөн илрүүлэгч зэрэг болно. Хөдөлгөөн илрүүлэгч мэдрэгчийг ашигласнаар сургуулийн хашаанд ямар нэгэн хөдөлгөөн илрээгүй үед эрчим хүч хэмнэх зорилготой юм.

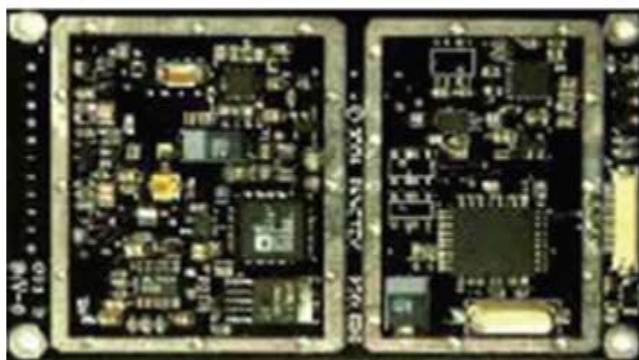
#### **WiFi Хүүхэд илрүүлэгч**

2004 онд Блюсофт компани нь WiFi-д суурилсан барилгын утасгүй дохиоллын систем бүхий байршлын програмууд, мөн KidSpotter компани байршлын систем боловсруулжээ. Уг хүүхдийн байршлыг тогтоох систем нь Блюсофтын AeroScout бодит цаг үед WiFi төхөөрөмж болон AeroScout –ын утасгүй RFID шошгоор байршлыг тогтоодог систем дээр суурилсан юм. Энэ системийг ажиллуулахад хүүхдүүдийн бугуйнд AeroScout WiFi шошгыг суулгасан тусгай бугуйвчыг зүүлгэн паркад нэвтрүүлжээ. Хэрэв хүүхдүүд эцэг эхээсээ холдвол тэдэн рүү эцэг эх нь утаснаасаа мессеж явуулснаар хүүхдийн байгаа байршлыг заасан хариу ирэх юм.

### **3.6. RFID систем.**

RFID шошгонууд нь эрчим хүчний эх үүсвэр болон идэвхтэй, идэвхгүй шошгоороо ялгаатай байдаг. Идэвхгүй RFID шошго нь өөр дээрээ ямар нэгэн цахилгаан эх үүсвэргүй байдаг. Тиймээс, идэвхгүй RFID шошго нь уншигчтай ойролцоо байрлаж, уншигчид орж ирж буй радио долгионыг ашиглан хариу илгээдэг. Нөгөө талаараа, идэвхтэй RFID шошго нь өөр дээрээ баттерейтай байдаг ба үүгээрээ бүх үйлдлийг гүйцэтгэдэг. Мөн идэвхтэй RFID шошго нь ихэвчлэн өргөн хүрээг хамарч уншдаг ба илүү үр ашигтай байж чаддаг. Бидний энэ хүү хүүхдийн байршлыг тогтоох системийн загварт идэвхгүй RFID шошгыг хүүхдэд зүүлгэхэд ашигласан. Идэвхгүй RFID нь уншигчийн ойролцоо ирж, уншигчаас цацрах энергээр ажиллаж эхлэхээс бусад тохиолдол унтраастай, ямар нэгэн ажиллагаагүй байх тул хүүхдэд сөрөг нөлөө үзүүлэхгүй. Хэдийгээр, уншигчийн ажиллах тодорхой хүрээ, зайнаас системийн үйл ажиллагаа хамаарах боловч энэ нь манай системийн сул тал болохгүй: бид хүүхдийг хөшөөнд ойртож ирэх үед улам өндөр түвшний, илүү харилцан үйлчлэл бүхий програм болгон хөгжүүлэхийг хүсч байгаа юм. Үүнээс гадна, идэвхгүй шошго нь баттерей хэрэглэдэггүй учир зардал багатай гэж үзэж байна. Идэвхгүй RFID-ийн өртөг 50 центээс 2 долларын хооронд байдаг. RFID уншигч ерөнхийдөө 2 төрөлд хуваагддаг: өндөр давтамжийн, хэт өндөр давтамжийн. Өндөр давтамжинд суурилсан RFID нь ихэвчлэн 13.56 мгц давтамжаар ажилладаг бол хэт өндөр давтамжийн RFID нь 860-960 мгц-ийн давтамжаар ажилладаг. Ажиллах давтамжаас гадна, өндөр давтамжийн болон хэт өндөр давтамжийн уншигчид нь унших хүрээ, чадал, санах ой, цахилгааны эх үүсвэр зэргээрээ ялгаатай байдаг. Бид ихэнхдээ хэт өндөр давтамжийн RFID уншигчийг сонгон ашигладаг, учир нь энэ нь илүү өргөн хүрээнд унших чадалтай (1 метр). Мөн хэт өндөр давтамжийн RFID уншигч нь унших хурдны хувьд өндөр, санах ойны хэмжээ нь их байдаг. Манай системийн хувьд SkyeTek M8, 900 мГц-ийн хэт өндөр давтамжийн RFID-ийг ашиглаж байна. Энэ нь ISO18000-6A/B болон EPC Class 0/0+ ба Class 1 зэрэг олон төрлийн шошгыг мэдэрч, уншдаг. SkyeTek M8 нь 20ш зүү бүхий уян холбогчоор хүлээн авагч системтэй холбогдон цахилгаан авч, мэдээлэл дамжуулдаг. Нэгтгэсэн системийн ажиллагааг хөнгөвчлөх зорилгоор хүлээн авагчийн харилцах хэсэгт 3 төрлийн (UART, I2C, SPI) бичил удирдлага байдаг. Эдгээрийн аль нэгээр дамжуулан M8 уншигч хүлээн авах удирдлагын SkyeTek Протоколийн дагуу ажилладаг. Үүн дээр нэмэхэд, M8 уншигчийн 5.1-ийн жижиг загвар бас байдаг байна.

М8 уншигч нь 1 метрийн зайд уншдаг дотоод антеннаар тоноглогдсон байдаг. Нэмэлтээр гадаад гадаад антенийг суурилуулж болох ба ингэснээр унших хүрээг 2 метр хүртэл нэмэгдүүлж болно. Унших түвшин нь секундэд 50 шошго унших ба энэ нь манай системийн хувьд хангалттай гэж үзсэн.



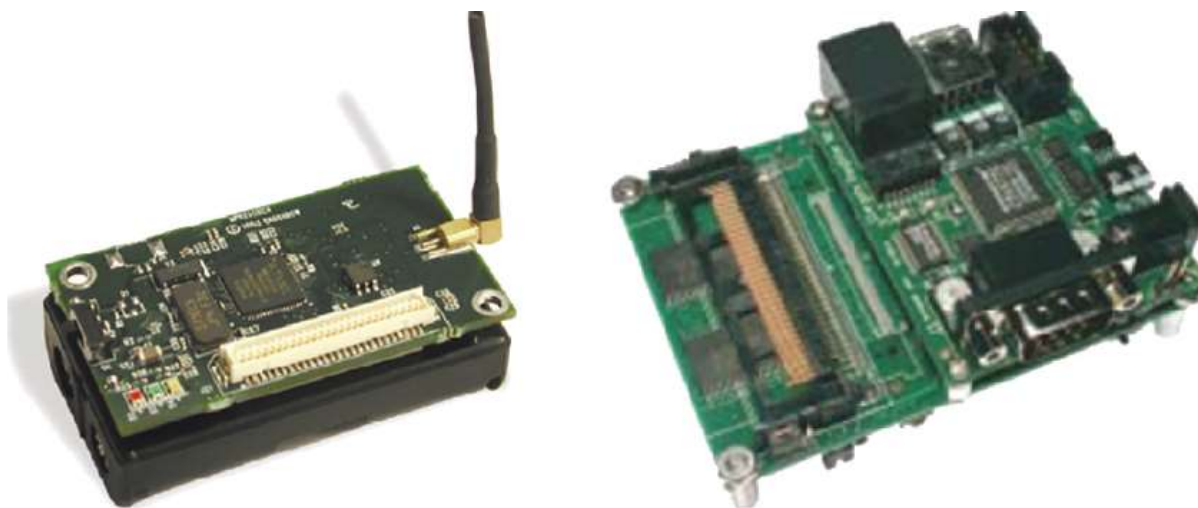
Зураг 1: SkyeTek M8 RFID хэт өндөр давтамжийн уншигч.

Утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээ.

Утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээний гол зорилго нь уншигч бүр дээрх өгөгдлийг цуглуулан хол байрлах төв хүлээн авах компьютер луу дамжуулах юм. Бид Crossbow's Mica2 410 цэгэн хөрсийг ашиглах ба энэ нь ATmega128L бичил удирдагч, радио долгион хүлээн авагч болон радио долгионы антен бүхий цогц, 430 мгц-ийн радио дамжуулагчаас бүрддэг. ATmega128L нь 128 kB-ын флаш санамжтай, 4 kB EEPROM, UART туслах програм, 38.4 kbps радио давтамжийн өгөгдлийн хүчин чадалтай I2C интерфейс зэргийг агуулна. I2C интерфейс нь Mica2 410 цэгэн мэдрэгчтэйүүдийг SkyeTek M8 RFID уншигчтай шууд холбож өгдөг. Mica2 410 нь маш жижиг хэмжээтэй (5.7 0.7см) ба **Зураг 2а-д харуулсан байна.**

Эдгээр мэдрэгчтэй нь идэвхтэй үедээ маш бага хэмжээний цахилгаан зарцуулдаг ба хоёр AA баттерейгаар ажилладаг. Мөн энэ нь хөшөөний ойр хавьд ямар ч хүүхэд илрээгүй үед цахилгааныг бууруулсан горимоор ажиллан, эрчим хүч хэмнэх боломжтой. Үүнээс гадна, Mica2 410 цэгэн мэдрэгчтэй нь мэдрэгдсэн хөдөлгөөнийг Crossbow's Stargate сүлжээний гарц SPB 400 руу шууд болон хэд хэдэн дамжлагын дагуу утасгүй сувгаар

дамжуулдаг. Mica2 мэдрэгчтэй нь уг дамжуулалтыг 51 зүү бүхий холбогчоор Stargate гарц руу холбогдон дамжуулдаг байна. Stargate гарц нь (Зураг 2б) RS-232 стандарт сериал порт болон AmbiCom Wave2Net wireless 802.11a/b картуудтай байх ба үүний тусламжтайгаар дохиог утсан болон утасгүй холбоогоор илгээдэг. **Зураг 2: Crossbow утасгүй мэдрэгчтэйийн сүлжээний төхөөрөмж**



**Зураг 2: Crossbow утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээний төхөөрөмж**

### **3.6.1 Хөдөлгөөн илрүүлэх мэдрэгч**

Хөдөлгөөн илрүүлэх мэдрэгчийг хэрэглэж буйн гол зорилго бол цахилгаан хэмнэх явдал юм. Сургуулийн хашаанд тухайн үед ямар нэгэн хөдөлгөөн, хүний үйл ажиллагаа илрээгүй тохиолдолд RFID уншигч идэвхгүй буюу унтраастай байдалд байна. Харин

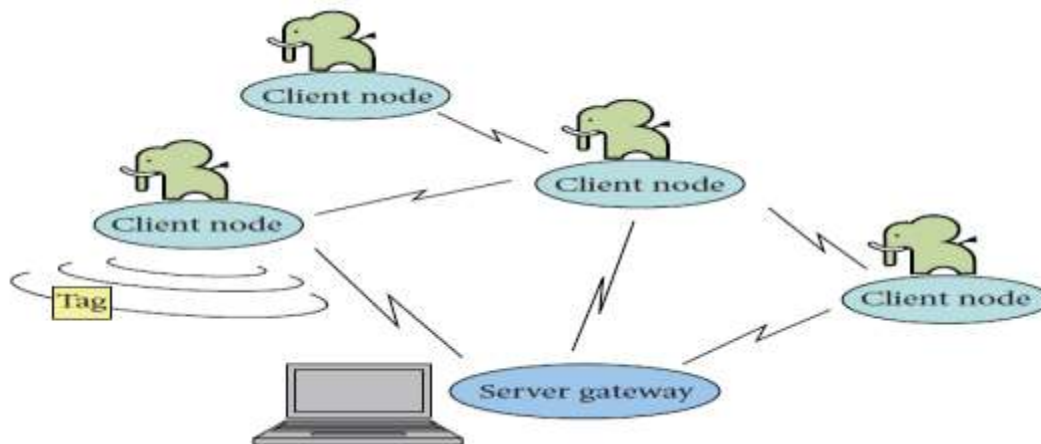
хөшөөний ойролцоо хөдөлгөөн илрэхэд хөдөлгөөн мэдрэгч RFID уншигчыг идэвхжүүлэн ажиллуулах юм. Хамгийн гол нь RFID уншигчийн унших хүрээ нь хөдөлгөөн мэдрэгчээс бага хүрээнд байх шаардлагатай ба ингэж байж RFID шошгыг уншихаасаа өмнө идэвхжиж бэлэн болох завсар бага байх болно. Бид Панасоникийн AMB315920 мэдрэгчийг сонгон хүүхдийн байршил тогтоох системдээ ашиглана AMB315920 нь орон зайд тусган авдаг төрлийн хөдөлгөөн мэдрэгч ба 2 метрийн хүрээнд мэдрэх чадалтай.

### 3.6.2. Програм хангамжийн бүрэлдэхүүн

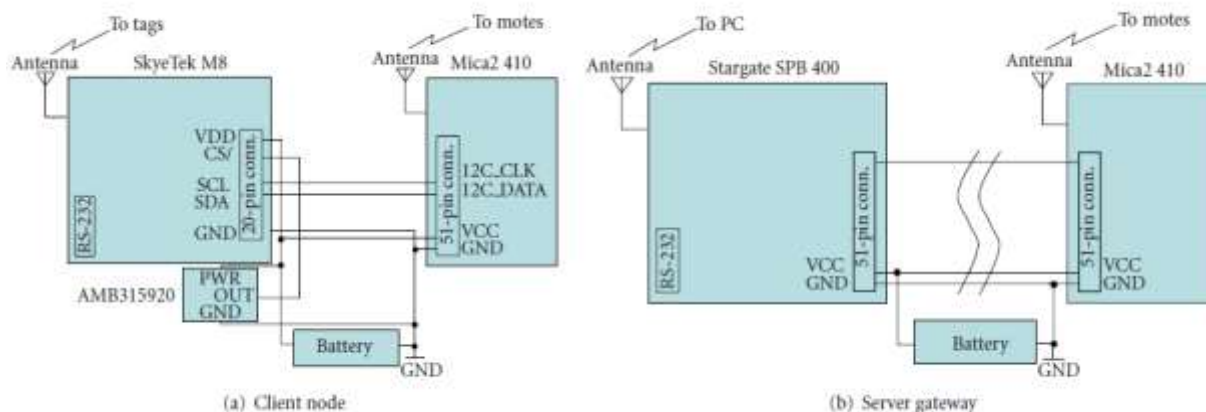
Crossbow цэгэн мэдрэгчтэй нь TinyOS системээр ажилладаг бөгөөд энэ нь нээлттэй эх бүхий дарах, чирэх, оролт гаралтанд мэдрэмтгий үйлдлийн систем нь утасгүй мэдрэгчийн сүлжээнд тусгайлан зориулан загварчилсан програм юм. TinyOS нь олон бичил удирдлага болон, шаардлагатай техникийн хэсгүүдээр дэмжигдсэн nesC хэлээр бичигдсэн. Түүнчлэн, SkyeTek M8 RFID уншигч нь SkyeTek Протоколоор дамжуулан команд илгээж буй ямар ч хүлээн авагч програмтай холбогддог байна.

### 3.6.3.. Системийн бүтэц

Зураг 3 дээр хүүхдийн байршил тогтоох системийн бүтцийг харуулсан байна. Уг системд хоёр төрлийн зангилаа бий: серверийн гарц болон хэд хэдэн клиент зангилаанууд (хөшөө болгонд нэг). Серверийн гарц нь хүлээн авагч компьютертай холбогдсон байх ба радио долгионы антеннаар дамжуулан клиент зангилаануудтай харилцана. Клиент зангилаанууд нь дараах бүрэлдэхүүнтэй: цэгэн мэдрэгчтэй, RFID уншигч, хөдөлгөөн илрүүлэх мэдрэгч болон баттерей. Клиент зангилаа болон серверийн гарцын нарийвчилсан схемийг Зураг 4-т харуулсан болно.



Зураг 3: Системийн бүтэц.



Зураг 4: Системийн схем.

Хүүхдийн байршил тогтоох системийн шинж чанарыг дараах байдлаар дүгнэвэл: 1. Бодит үе дэх илрүүлэлт: RFID уншигчийн унших хүрээнд хүүхэд орж ирэх тухайн цаг үед нь RFID уншигч нь хүүхдийг тэр дор нь илрүүлж, шошгоны UID кодыг санадаг. RFID уншигч уг UID кодыг I2C интерфэйсээр холбогдож буй цэгэн мэдрэгчтэй лүү илгээнэ. I2C интерфэйсээр дамжих өгөгдлийн түвшин 400 kbps хүртэл хэмжээнд байна. Харин цэгэн мэдрэгчтэйийн TinyOS систем нь техникийн үйлдлийг асинхроноор боловсруулж, тухайн цаг үед нь RFID уншигчаас өгөгдлийг дууддаг. Цаашлаад, долгионы мөргөлдөөнөөс сэргийлэх алгоритмыг хэрэгжүүлснээр нэг уншигч өөрийн хүрээнд байгаа хэд хэдэн шошгыг уншихаар боловсруулах боломжтой. 2. Алсын өгөгдлийг цуглуулах: Утасгүй мэдрэгчтэйийн сүлжээний тусламжтайгаар, илэрсэн UID кодыг серверийн гарц руу

илгээнэ. Серверийн гарц дээр клиент зангилаа нь цэгэн мэдрэгчтэйтэй харилцах боломжтой. Хэрвээ клиент зангилаа нь серверийн гарцын хүрээнээс гадуур байгаа бол өөр нэг клиент зангилаа түүнийг өгөгдлийг гарц руу дамжуулна. Crossbow Stargate гарцын самбар нь төв хүлээх авах компьютер луу 802.11 утасгүй картаар дамжин, өндөр хурдаар хандалт хийнэ. Ингэж төв компьютерээс RFID-н илрүүлсэн хөдөлгөөнийг алсын зайнаас хянадаг. 3. Эрчим хүчний хэмнэлт: клиент зангилаан дах бүх бүрэлдэхүүн хэсгүүд бага эрчим хүч хэрэглэхээр зохицуулагдсан. Жишээлбэл, SkyeTek M8 уншигч нь идэвхтэй ажиллаж байх үедээ 250-600 mA-аар ажилладаг бол үүнээсээ 50 дахин буурч идэвхгүй үедээ 5 В-оор ажиллана. Crossbow Mica2 мэдрэгчтэй нь хоёр AA баттерейгаар ажилладаг ба сериал флаш санамж нь идэвхгүй үедээ 14 А-аар зарцуулна (Хүснэгт 1). Хүснэгт 1-д техникийн бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн цахилгаан зарцуулалтыг нарийвчлан үзүүлсэн болно. Цаашдаа мөн хөдөлгөөн илрүүлэгчийн цахилгаан зарцуулалтыг дээрх байдлаар бууруулна.

Дүгнэвэл, манай системийн загвар нь хөдөлгөөн илрүүлэгч болон RFID уншигч, утасгүй мэдрэгчтэйийн сүлжээг нэгтгэсэн зардал багатай, эрчим хүчинд хэмнэлттэй хүүхдийн байршлыг тогтоох систем юм. Хоёрдугаар хэсэгт гарсан WiFi Kid Tracker програмтай харьцуулахад манай системийн загвар нь дараах байдлаар ялгаатай: Нэгдүгээрт, Kid Tracker системийн үйл ажиллагаа нь утасгүй сүлжээ нэвтэрсэн байхаас хамааралтай байдаг бол бидний энэхүү хүүхдийн байршил тогтоох систем нь утасгүй мэдрэгчийн сүлжээгээр ажилладаг тул утсан болон утасгүй сүлжээний дэд бүтэц бүхий газарт ч ажиллах давуу талтай. Хоёрдугаарт, Kid Tracker систем нь эцэг эхээсээ төөрсөн хүүхдүүдийн байршлыг олж тогтоох зорилготой. Харин манай систем нь хүүхдийг хөшөөтэй ойртож ирэх үед идэвхжин, интерактив тоглоомууд ажиллаж эхлэх ба үүгээрээ хүүхдийн анхаарлыг татаж, энэ харилцан үйлчлэл нь төв сервер рүү илгээгдэж байх юм. Мөн Kid Tracking систем нь RFID шошгоны зөв байршлыг тогтоохын тулд байршил тогтоох алгоритмыг үйлдэж, RFID шошго болон WiFi хандалтын цэг хоорондох зайны мэдээлэл зэрэг хэд хэдэн мэдээллүүдийг цуглуулах болдог. Манай системийн хувьд RFID шошго хэр хол зайд мэдрэгдэж буй мэдээлэл шаардлагагүй ба байршлыг тогтооход бага мэдээлэл шаардагддаг. Тиймээс манай системд нарийн төвөгтэй тооцоолол хийж, системийн ачааллыг нэмэгдүүлэхгүй давуу талтай.



### 3.6.4.. Загварын бусад сонголтууд

433 мГц-ийн давтамжаар ажилладаг утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээнээс гадна өөр хэд хэдэн сонголтот утасгүй сүлжээний технологиуд бий. Жишээлбэл, Crossbow-оос IEEE 802.15.4/ZigBee бэлэн радио долгион хүлээн авагчтай цэгэн мэдрэгчийг үйлдвэрлэдэг. Мөн үүнээс гадна, утасгүй харилцааний сүлжээг ойроос дундын зайнд хандалт хийдэг IEEE 802.15.1/Bluetooth ба IEEE 802.11/WLAN гэх мэт технологиуд байна. Одоо энэ хэсэгт ZigBee, Bluetooth, WLAN гэсэн технологиудын талаар болоод манай програмын загварын хязгаарлалтуудын талаар дурьдах болно. Bluetooth болон ZigBee нь өгөгдлийн түвшин, цахилгаан зарцуулалт, үйл ажиллагааны чанар зэргээрээ ялгагддаг утасгүй хувийн зайны сүлжээний (WPANs) хоёр төрөл юм. Bluetooth нь дуу, зураг, файлыг холбоо үүсгэн дамжуулдаг ба 1 Mbps-ийн дамжуулах хүчин чадалтай. Bluetooth-ийн холбогдох хүрээ нь ойролцоогоор 10 метр байдаг. Өсгөгч антеныг ашиглавал ажиллах хүрээ нь 100 метр хүртэл нэмэгдэж болдог боловч цахилгаан зарцуулалт нь өндөр байдаг. Харин ZigBee нь хэдэн сар, хэдэн жилийн настай баттерейгаар ажиллах системүүдэд зориулагдсон ба Bluetooth шиг өндөр түвшний өгөгдөл дамжуулах чадамжийг шаарддаггүй. ZigBee тохиргоотой төхөөрөмж нь 10-75 метрт мэдээллийг дамжуулах чадамжтай ба дамжуулах үзүүлэлт нь 250 kbps байна. Bluetooth-тэй харьцуулахад ZigBee нь илүү цахилгааны хэмнэлттэй, учир нь багцийн хэмжээ нь жижиг, радио долгион хүлээн авах бууруулсан зарцуулалтын циклтэй, цахилгаан зарцуулалтыг хэмнэх механизмуудтай юм. WLAN нь дотоод сүлжээний хэрэглэгчдийг өндөр нэвтрүүлэх чадамж бүхий сүлжээг бий болгох, өгөгдлийг найдвартай дамжуулах боломжийг олгодог сүлжээ юм. WPAN-тай харьцуулахад WLAN нь илүү хол зайд (100 метрт) дамжуулалт хийдэг бөгөөд илүү цахилгаан зарцуулдаг. Манай системийн хувьд клиент зангилаанууд нь цэнэглэхгүйгээр удаан ажилладаг баттерейгаар ажиллах юм. Bluetooth болон WLAN нь цахилгаан зарцуулалт ихтэй учраас манай хүүхдийн байршил тогтоох системд сонгогдоогүй. Утасгүй холбооны сүлжээгээр дамжиж буй өгөгдөл нь голчлон RFID шошгоны UID коднууд байдаг. Тиймээс, өгөгдөл дамжуулалтын шаардлага нь өндөр биш ба Crossbow's ZigBee мэдрэгчтэй (250 kbps) болон Mica2 410 цэгэн мэдрэгчтэйийн (38.4 kbps) аль алинтай нь нийцнэ. Утасгүй харилцааны технологийг сонгохдоо бас нэг зүйлийг бодолцох шаардлагатай байдаг нь түүний ажиллах давтамж юм. Bluetooth, ZigBee, WLAN нар нь аж үйлдвэрийн,

шинжлэх ухааны болон анагаах ухааны давтамжийн бүлэг болох 2.4 Гц-ийн лицензгүй давтамжаар ажиллах ба энэ нь ойролцоох IEEE 802.11 суурьтай WLAN-гийн хөндлөнгийн нөлөөнд өртөмтгий байдаг байна. Манай систем дээр, хэрэв клиент зангилаанууд хоорондоо Bluetooth, ZigBee, эсвэл WLAN-гийн сүлжээгээр холбогдож байвал, Stargate серверийн гарц нь өгөгдлийг төв компьютер луу 802.11a/b картаараа дамжуулж байх үед төв сервер лүү буцааж чирэх урсгал нь клиент зангилаанууд хоорондох утасгүй холбоонд саад учруулж болзошгүй. Одоогийн байдлаар хүүхдийн парк нь утсан болон утасгүй сүлжээ тавигдаагүй газар байрлаж байгаа хэдий ч, кампус дахь WLAN-гийн тавилт улам нэмэгдэж байгаа тул 2.4 Гц давтамжийн бүлгийн үзүүлэх нөлөөллийг бодолцох нь зүйтэй юм. Дүгнэж хэлэхэд, Mica2 410 цэгэн мэдрэгчтэй нь цахилгаан зарцуулалт багатайгаас гадна ойролцоох WLAN-гийн нөлөөлөлд өртөх магадлал багатай тул манай системийн загварт сонгогдсон болно.

### 3.7. Туршилтын загвар

Манай системийн загварт туршилтанд орвол зохих 3 бүрэлдэхүүн бий: хөдөлгөөн илрүүлэх мэдрэгч, RFID систем болон утасгүй мэдрэгчийн сүлжээ.

#### 3.7.1. Хөдөлгөөн илрүүлэх мэдрэгчийн туршилт.

Хөдөлгөөн илрүүлэгчийн ажиллагааг туршихад мэдрэмтгий чанар болон илрүүлэх хүрээ гэсэн үзүүлэлтүүдийг авч үзнэ. Хөдөлгөөн мэдрэгчээр илрүүлэхийн тулд тухайн объект хэдий хэр зайд байх ёстойг голчлон анхаарна. Эхлээд бид объектийг хөдөлгөөн мэдрэгч мэдэрч, илрүүлэхээргүй хол зайд байрлуулсан. Эхний байрлалаас мэдрэгч рүү бага багаар ойртуулснаар, хаана объектийг илрүүлж эхлэх тэр зайг тодорхойлсон. Мэдрэгчийн илрүүлэх хүрээ нь ойролцоогоор 1.8 метр байсан нь AMB315920 хөдөлгөөн илрүүлэх мэдрэгчийн заасан үзүүлэлттэй дөхсөн байв.

#### 3.7.2. RFID системийн туршилт.

RFID уншигчийн мэдээлэл дамжуулах хүчин чадал нь унших хүрээн дотроо өөр өөр зайд тохируулагдаж болдог. Уншигчийн унших хүрээ нь байршил тогтоох систем хэр үнэн зөв илрүүлж чадах эсэхтэй шууд холбоотой. Хэрвээ унших хүрээ нь хэтэрхий хол зайг хамардаг бол хүүхдийн байгаа байршлийг яг нарийн, тодорхой үзүүлж чадахгүй. Унших хүрээ нь хэт бага зайг хамардаг бол шошго уншигчтай маш ойртож очих шаардлагатай ба ойролцоо байгаа хүүхдийн байрлалыг тогтоох боломжгүй байх магадлалтай. Хамгийн бага

чадлаараа ажиллах үед (15мвт) SkyeTek RFID уншигчийн үзүүлэлтийг харвал 1.5 метр дотор ажиллана гэж заасан байдаг. Үүнийг 500 мвт ашиглан дамжуулах чадлыг ихэсгэвэл унших хүрээг 9 метр хүртэл нэмэгдүүлж болно. Гэвч бид цахилгаан хэмнэж 15 мвт гэсэн хамгийн бага чадлаар ажиллуулах тул RFID уншигч нь хөдөлгөөн илрүүлэх мэдрэгчээс арай бага хүрээнд ажиллах юм. Туршилтанд орсон RFID уншигчийн унших хүрээ нь 1 метр байсан. RFID уншигч нь мөн өөр өөр UID кодтой хэд хэдэн шошгыг унших боломжтой. Бид 12 байтын UID кодтой EPC Class 1 Gen1 болон Gen 2 шошгонууд, 8 байтын UID кодтой ISO 18000-6B шошгонуудыг ашиглан 2 нөхцөл байдлыг авч үзэн туршилт хийсэн: нэг шошгыг уншуулах, хэд хэдэн шошгыг мөргөлдүүлэлгүй унших гэсэн нөхцөлөөр туршилт хийсэн. Эхний нөхцөлд, уншигчаас 0.5 метрийн зайд шошгыг байрлуулсан бол хоёр дахь нөхцөлд, өөр өөр төрлийн шошгонуудыг холин уншигчаас 0.5 метр зайд байрлуулсан. Хоёр дахь хувилбараар бид 5 шошгыг ашигласан. Хоёр тохиолдолд хоёуланд нь шошгонуудыг ямар нэгэн мэдэгдэхүйц хүлээлтгүйгээр маш хурдан илрүүлж байв. Эндээс үзвэл, хэрэв хэд хэдэн хүүхэд цугтаа паркд тоглох үед RFID уншигч тэдгээрийг зэрэг унших бүрэн боломжтой юм.

### 3.7.3. Утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээний туршилт.

Утасгүй сүлжээний туршилтанд цэгэн мэдрэгчтэй, серверийн гарц хоорондох харилцан холбогдох хүрээний туршилт болон нэг цэгэн мэдрэгчтэй нь нөгөө мэдрэгчийн мэдээллийг гарц руу дамжуулах үүр болдог дамжлага холбооны туршилтуудыг хийсэн болно. Бид харилцан холбогдох туршилтыг гадаа болон дотор хийсэн. Дотор хийсэн туршилтыг сургуулийн барилгын нэг давхарт хийсэн бол гадаах туршилтыг машины зогсоол дээр хийсэн юм. Замын хөдөлгөөн, явган хүмүүс бага саад болох үүднээс тестийг Бямба гаригт явуулсан. Хоёр цэгэн мэдрэгчтэй хоорондоо харилцан холбоо үүсгэх тестийг хийхийн тулд мэдрэгчийн гарцыг хөдөлгөөнгүй, тогтвортой гадаргуун дээр байрлууллаа. Цэгэн мэдрэгчийг аажмаар серверийн гарцаас холдуулж, тэдний хоорондох дохио холдох тусам хэрхэн суларч буйг ажигласан юм. Туршилтын үр дүнгүүдийн Хүснэгт 2-т харуулсан байгаа. Ердийн хүрээн дотор бол гарц ямар нэгэн алдаа заалгүйгээр цэгэн мэдрэгчтэйээс дохиог хүлээн авч байлаа. Харин ердийн хүрээнээс холдох үед алдаа зааж эхэлсэн. Цэгэн мэдрэгчтэйийг хамгийн хол хүрээнд аваачхад дохио маш сул буюу бараг мэдрэгдэхгүй болсон. Хүснэгт 2: цэгэн мэдрэгчтэй болон гарц хоорондын холболтын хүрээний тест.

Хэрэв цэгэн мэдрэгчтэйийг өөр мэдрэгчтэйийн дохиог шилжүүлэх үүр болгон хэрэглэвэл холболт үүсэх хүрээ нэмэгдэх юм. Бид дамжлаган холболтын тестийг өмнө нь суурилуулсан гарц болон мэдрэгчтэй хоёрын дунд шинээр нэг мэдрэгчийг оруулж өгөн гүйцэтгэсэн. Шинээр оруулж өгсөн мэдрэгчтэй нь дамжуулах үүрийн үүргийг гүйцэтгэнэ. Нэмэлт мэдрэгч ашиглан хийсэн дамжлаган холболтын туршилтын үр дүнг Хүснэгт 3-аас үзнэ үү. Хүснэгт 2-ийн үр дүнтэй харьцуулахад, нэмэлт нэг үүрийг оруулж өгөхөд холболтын хүрээ дор хаяж хоёр дахин уртссан байна. Энэ журмаар утасгүй холболтонд хэд хэдэн үүр мэдрэгчийг нэмж өгснөөр илрүүлсэн өгөгдлийг олон дамжлагын дагуу дамжуулах юм. Хүснэгт 3: хоёр дамжлагат холболтын хүрээний тест.

#### 3.7.4. Системийн туршилт болон урсгалын анализ.

Бидний хийсэн туршилтууд нэг клиент зангилаатай (хөдөлгөөн илрүүлэгч, RFID уншигч, цэгэн мэдрэгчтэйийг нэгтгэсэн) системийн прототайп загвар дээр хийгдсэн. Нэг цэгэн мэдрэгчийг үүр болгон, нэг серверийн гарцтайгаар туршсан. Прототайп систем нь клиент зангилаатай ойролцоо буй хэд хэдэн шошгоны UID-ийг уншиж байсан. Туршилтын системийг тестлэж гарсан үр дүн нь бидний загварчилсан хүүхдийн байршил тогтоох програм бүрэн хэрэгжих боломжтойг харуулж чадсан юм. Систем дэх өгөгдлийн урсгал нь хүүхдийн тоо, тэдний хөдөлгөөнт байдал хамааралтай байдаг. Сургуулийн талбайн хэмжээ болон талбай хуваарилалтаас харвал системийн өгөгдлийн урсгалын ачаалал хэт ихсэхгүй юм. Яагаад гэвэл, нэгдүгээрт, сургуульд нэг дор тоглох хүүхдүүдийн тоо тийм ч их биш буюу 100 дотор байхаар тооцоолсон. Хоёрдугаарт, системийн дамжуулах өгөгдлийн хэмжээ нь тодорхой хязгаартай. Системээр дамжих өгөгдөл нь зөвхөн RFID шошгоны UID шошго, огноо болон хөшөөний дугаараас бүрдэнэ. Гуравдугаарт, RFID шошго нь хөдлөх хурд нь хязгаарлагдмал тул програмын хувьд RFID уншигч байршлын мэдээллийг олон удаа шинэчлэх шаардлагагүй. Онцгой тохиолдолд, RFID уншигч ойролцоох шошгуудаар хайлт хийж, 12 бит RFID шошгоны UID код руу, 8 битийг огноо руу, 4 битийг хөшөөний дугаар луу илгээх юм. Хэрэв уншигчаас 100 хүүхдийн байршлын мэдээллийг секунд бүр шинэчлэн мэдээллэх шаардлагатай гэж үзвэл системийн өгөгдлийн үзүүлэлт ойролцоогоор 16.4 kbps буюу цэгэн мэдрэгчийн долгионы түвшнээс (38.4 kbps) нилээд доогуур байх юм. Тиймээс, манай систем нь сургуулийн талбайд санал болгож буй програмд шаардлагатай өгөгдлийн урсгалтай нийцэж чадна гэсэн үг.

## ДҮГНЭЛТ

Энэхүү Wireless sensor network-г ашиглан хүүхдийн байрлалын зайн мэдээллийг авч эцэг эхэд мэдээллийг хүргэж болно. Орчин үед эцэг эхчүүд ажил төрөл ихтэй байдгаасаа болон хүүхдүүдээ хараа хяналт тавих нь багассан. Тийм ч учраас энэхүү судалгааны ажил нь эцэг эхчүүдэд болон хүүхдэд маш хэрэгтэй болж байна. Цаашид Монгол улсын сургуульд хүүхдийн байршил тогтоох системийг бий болгоход RFID болон утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээний технологиуд хамт ашиглагдаж байна. Тодруулбал, бидний зүгээс идэвхгүй RFID шошгоны төхөөрөмжийг, хэт өндөр давтамжийн RFID уншигчтай хослуулан ашиглаж хүүхдийн байршлыг тогтоох юм. Утасгүй мэдрэгчтэй нь илрүүлсэн мэдээллийг алсын зайнаас төв сервер лүү дамжуулна. Мөн, хөдөлгөөн илрүүлэх мэдрэгчийг нэмж өгснөөр цаашдаа системийн цахилгаан зарцуулалтыг бууруулах болно. Хүүхдийн байршил тогтоох системээс санаа аван, эд зүйлийн байршлыг илрүүлэх, хянах програмуудыг хөгжүүлж болох юм. Тухайлбал, системд нэмэлт клиент зангилаа оруулан, өөр өөр холболтын протоколуудыг (тохирсон MAC, чиглүүлэгч протоколууд г.м) утасгүй мэдрэгчтэй сүлжээнд хэрхэн ажиллахыг тестлэж үзэх хэрэгтэй. Цаашлаад, хэрэв нэмэлт үйлдлүүдийг дэмжих мультимедиа контентууд утасгүй мэдрэгч сүлжээгээр дамжих болвол цэгэн мэдрэгч, серверийн гарц хоёрын алин дээр өгөгдлийн урсгалын ачаалал ажиглагдах эсэхээс хамаарч ачааллыг хянах алгоритмыг гаргаж ирж болох юм.