CREATIVISION

Startup company at NUM

Бүтээгдэхүүний нэр: СОРОНЗОН ОРОН ХЭМЖИГЧ

Product name: Magnetometer

Загварын дугаар / Model number: NUMTEK Mag S01

Гарын авлага / User Manual



Зураг 1. Багажийн харагдах байдал

Соронзон орны хүчийг X, Y, Z тэнхлэгийн дагуу хэмжиж, дэлгэцэн дээр шууд харуулах ба утасгүй холболтоор компьютер, ухаалаг утас руу дамжуулдаг лабораторийн магнетометр

1. Төхөөрөмжийн танилцуулга

1.1 Зориулалт

Энэхүү төхөөрөмж нь соронзон орны хүчийг гурван тэнхлэгийн дагуу (X, Y, Z) хэмжиж, дэлгэцэн дээр шууд харуулах бөгөөд ухаалаг утас/компьютер руу утасгүй холболтоор дамжуулж, график, өгөгдлийг хүснэгт хэлбэрээр харах боломжтой.

Төхөөрөмжийг физикийн лабораторийн туршилт, соронзны судалгаа, дэлхийн соронзон орон судлах, металл илрүүлэх, STEM боловсролын хичээл зэрэгт ашиглах боломжтой.

- Хоёр төрлийн мэдрэгчтэй, өргөн хязгаартай (Wide range) ба өндөр нарийвчлалтай (High precision).
- Дэлгэцэн дээр X, Y, Z тэнхлэг тус бүрийн болон нийт соронзон орны хүчийг (|B|) харуулна.
- Тэглэх (ZERO) функц — суурь утгыг цуцалж, харьцангуй хэмжилт хийх.
- Дотоод HM-10 Bluetooth модультай — веб апп-тай холбогдож график, түүх, CSV (CommaSeparated Values) татах боломжтой.
- Шуугиан дарах гурван давхаргат шүүлт (медиан, дундаж, IIR) — тогтвортой заалт.

1.2 Техникийн үзүүлэлт

Үзүүлэлт	Утга
Микроконтроллер	Arduino Pro Mini
Дэлгэц	ST7567, 132×64 цэг, SPI холболт (өнгөгүй, LCD)
Мэдрэгч — Wide range	TMAG5273, I2C 0x22, ± 133мТ хүртэл (Hall-effect мэдрэгч)
Мэдрэгч — High precision	QMC5883P (I2C 0x2C, ±3мТ)
Утасгүй холбоо	HM-10 BLE (Bluetooth 4.0)
Удирдлагын товчлуур	UP, DOWN, OK — 3 товч, нэмэлт ON/OFF товч
Дээж авалт	~13мс тутамд (50Гц-ийн сүлжээний шуугианаас зайлсхийхээр тохируулсан)
Тохиргоо хадгалах	EEPROM (төхөөрөмжийн хувийн санах ой) -д хадгалагдана (унтраасан ч мартагдахгүй)

Анхаар: Wide range горим нь хүчтэй соронзон талбай (жишээ нь: том соронз, электромагнит) хэмжихэд, High precision горим нь сул талбай (дэлхийн соронзон орон ~25–65мкТл гэх мэт) хэмжихэд илүү тохиромжтой.

2. Төхөөрөмжийн бүтэц

2.1 Үндсэн блокийн эд ангиуд



Зураг 2. Үндсэн блокийн эд ангиуд

№	Товч	Үүрэг
1	LCD дэлгэц	Идэвхтэй горим, хэмжилтийн тоон утга харуулна
2	▲ (UP)	Цэсэнд дээш шилжих; тохиргоонд утга сонгох; хэмжилтийн дэлгэцээс цэс рүү буцах
3	▼ (DOWN)	Цэсэнд доош шилжих; тохиргоонд утга сонгох; хэмжилтийн дэлгэцээс цэс рүү буцах
4	OK	Сонголт баталгаажуулах / горим руу орох; хэмжилтийн дэлгэц дээр ТЭГЛЭХ (ZERO)
5	ON/OFF	Төхөөрөмжийг асаах / унтраах

2.2 Соронзон орон мэдрэгч

Соронзон орон мэдрэгч нь кабелиар үндсэн төхөөрөмжтэй холбогддог бөгөөд дотроо Wide range болон High precision хоёр мэдрэгчийг агуулна. Хэмжилт хийхдээ мэдрэгчийг соронзон оронд оруулна.



Зураг 3. Соронзон орон мэдрэгч

3. Асаах ба үндсэн цэс

3.1 Асаах

1. ON/OFF товчийг дарж төхөөрөмжийг асаана.
2. Дэлгэцэнд "CREATIVISION MAGNETOMETER — made in Mongolia" эхлэлийн бичиг ойролцоогоор 1.5 секунд харагдана.
3. Дараа нь автоматаар үндсэн цэс рүү шилжинэ.

3.2 Үндсэн цэс

Үндсэн цэсэнд дараах 3 сонголт байна. ▲ / ▼ товчоор сонголтын хооронд шилжиж, OK товчоор тухайн горимд орно.

> Wide range
> High precision
> Setup

- Wide range — өргөн хязгаарын хэмжилт (TMAG5273 мэдрэгч)
- High precision — өндөр нарийвчлалын хэмжилт (QMC5883 мэдрэгч)
- Setup — төхөөрөмжийн тохиргоо

Хэмжилтийн дэлгэц дээр ▲ эсвэл ▼ товч дарвал үндсэн цэс рүү буцна.

4. Хэмжилтийн горим (Wide range / High precision)

Аль ч горимд орсон эхний удаад тухайн мэдрэгч автоматаар идэвхжинэ. Дэлгэцний дээд хэсэгт горимын нэр, дунд хэсэгт нийт соронзон орны индукц |B| томоор, доод хэсэгт X, Y, Z тэнхлэг тус бүрийн утга жижгээр харагдана.

4.1 Хэмжилт хийх

1. Мэдрэгчийг соронзон оронд нөлөөлөхүйц материалуудаас 20–30 см зайд байрлуулж, 5-р бүлгийн дагуу соронзон оронг тэг болгоно.
2. Дараа нь соронзон орон мэдрэгчийг хэмжих орон руу аажмаар ойртуулна.
3. |B| утга нэмэгдэх/багасах хэмжээгээр соронзон орны индукцийг харьцуулж болно.
4. Хэмжилтийг явцыг ажиглах бол утасгүй холболтоор веб апп-тай холбож график хэлбэрээр харах боломжтой (8-р бүлэг).

> **Анхаар:** Дэлгэц дээр "NO SENSOR" гэж гарвал тухайн горимын мэдрэгч олдоогүй байна. 10-р бүлгийг үзнэ үү.

5. Тэглэх (ZERO)

Дэлхийн байгалийн соронзон орон болон төхөөрөмжийн өөрийн жижиг соронзлол байнга оршдог тул тэдгээрийг "тэглэж", зөвхөн хэмжих соронзон орны утгыг зөв тодорхойлохын тулд хэмжих багажийн бүртгэгдсэн соронзлолыг тэглэх шаардлагатай.

1. Хэмжилтийн утга дэлгэц дээр харагдаж байх үед нь соронз/металлаас хол орчинд OK товчийг дарахад утга тэглэгднэ.
2. Тухайн мөчийн заалт суурь утга болж, цаашид зөвхөн тэр суурьтай харьцуулсан ялгаварыг харуулна.
3. Тэглэлтийг цуцлахын тулд OK товчийг дахин дарна — анхны (үнэмлэхүй) заалт руу буцна.

> **Анхаар:** Тэглэх горим идэвхтэй эсэхийг веб апп дээрх "Тэглэх (zero)" товчны идэвхжсэн байдлаар мөн харж болно.

Тэглэлтийн утга EEPROM-д автоматаар хадгалагддаг тул төхөөрөмжийг унтрааж дахин асаахад хадгалагдсан байна.

6. Тохиргоо (Setup)

Үндсэн цэснээс "Setup"-ыг сонгож орно. ▲/▼ товчоор мөр сонгож, OK товчоор утгыг өөрчилнө.

Мөр	Утгууд	Тайлбар
Filter (Шүүлт)	OFF / LOW / MED / HIGH	IIR шүүлтийн түвшин. Их тусгаарлах тусам заалт тогтвортой, гэхдээ өөрчлөлтөд удаан хариу үзүүлнэ.
Rate (Заалт)	0.5s / 1s / 2s / 3s	Дэлгэц дэх тоон заалт хэдэн секунд тутамд шинэчлэгдэхийг тохируулна.
Exit (Гарах)	—	Үндсэн цэс рүү буцна.

Хийсэн бүх тохиргоо автоматаар EEPROM-д хадгалагдана.

7. Bluetooth холболт ба веб апп

Төхөөрөмж дотор суурилагдсан HM-10 Bluetooth модуль нь ажиллаж байх хугацаандаа тасралтгүй хэмжилтийн өгөгдлийг дамжуулдаг. Үүнийг дагалдах веб апп-аар (NUMTEK MAGS01.html хуудас) хүлээн авч, график, хүснэгт хэлбэрээр харах боломжтой.

7.1 Шаардлагатай орчин

- Web Bluetooth дэмждэг browser: Google Chrome эсвэл Microsoft Edge (компьютер, Android).
- Safari болон iPhone/iPad дээр Web Bluetooth дэмжигддэггүйг анхаарна уу.
- Компьютерийн/утасны Bluetooth асаалттай байх.

7.2 Холбогдох дараалал

1. Веб хуудсыг дэмжигдсэн browser дээр нээнэ.
2. "Bluetooth холбогдох" товчийг дарна.
3. Гарч ирэх төхөөрөмжийн жагсаалтаас төхөөрөмжийг сонгож "Pair/Холбох"-ыг дарна.
4. Холбогдмогц толгой хэсгийн ногоон цэг болон "Холбогдлоо" гэсэн бичиг харагдана.
5. Холбогдсоны дараа бүх товч идэвхжиж, төхөөрөмжийн одоогийн горим автоматаар дэлгэцэнд харагдана.

> **Анхаар:** Холболт тасрвал төхөөрөмж дээрх утгыг өөрчлөх (жишээ нь товч дарах) хүртэл веб апп өмнөх утгаа харуулсаар байж болно — толгой хэсгийн улаан цэгийг анхаарна уу.

8. Веб апп-ын функцууд



8.1 Удирдлагын хэсэг



- Wide range / High precision (Хэмжилтийн нарийвчлал өөрчлөх): Өргөн хүрээгээр хэмжих үү эсвэл маш нарийн мэдрэгээр хэмжих үү гэдгийг алсаас солино. *(Төхөөрөмж дээрх цэс рүү орсонтой яг ижил).*

- Тэглэх (Zero): Хэмжилтийг яг одоогийн цэгээс нь 0 болгож эхлүүлнэ.

- Өгөгдөл цэвэрлэх: Дэлгэц дээр зурагдаж байгаа график болон хүснэгтийн түүхийг арилгана. *(Төхөөрөмжийн үндсэн тохиргоог устгахгүй, зөвхөн дэлгэцийг цэвэрлэнэ).*

- CSV татах: цуглуулсан хэмжилтийн баримтуудыг Excel программ дээр нээгдэх файл болгож компьютертээ татаж авна.

8.2 Шүүлт ба заалт шинэчлэх тохиргоо

- Шүүлт (OFF / Low / Medium / High): Хэмжилт хийхэд үүсэж буй илүүдэл шуугиан буюу савлагааг дарах тохиргоо. Энэ нь төхөөрөмжийн Setup цэстэй яг ижил ажиллана.

- Заалт шинэчлэх (1s / 2s / 3s): Дэлгэц дээрх тоо хэдэн секунд тутамд шинэчлэгдэж харагдахыг тохируулна (1 сек, 2 сек, эсвэл 3 сек тутамд).



8.3 Хэмжилтийн самбар

Сонгосон горимд хэмжиж буй утгууд болох |B| (нийт соронзон орны индукц) болон X, Y, Z (гурван чиглэлийн утгууд) дэлгэц дээр том тоогоор харагдана.



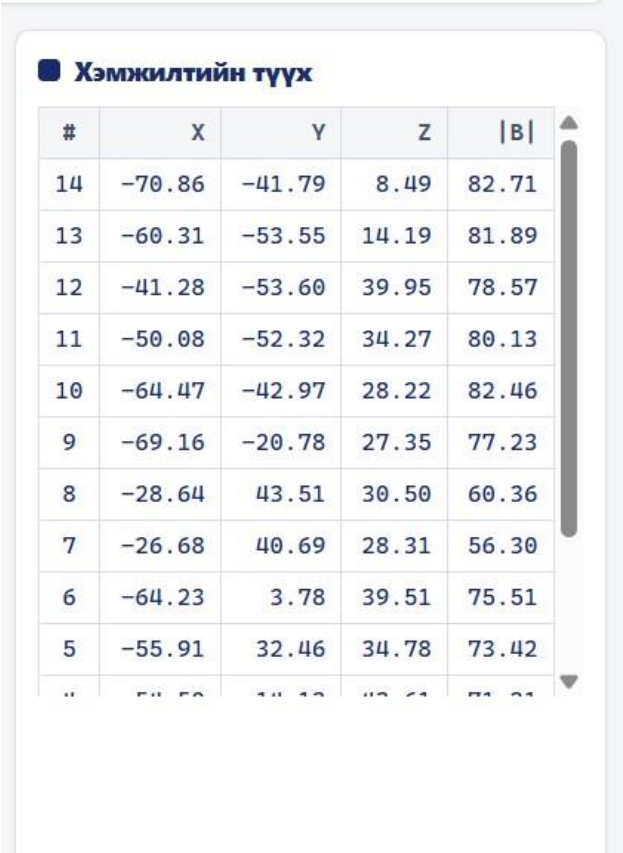
8.4 Осциллограф (Шууд зурагдах график) Үзүүлэлтийг цаг алдалгүй (секундэд 20 орчим удаа шинэчлэгдэн) динамик зураасан графикаар харуулна.



- AUTO / HOLD (Автомат масштаблагч ба Зогсоогч):
  - AUTO: График өөрөө дэлгэцдээ таарч томорч жижигрэх.
  - HOLD: Графикийг тухайн агшинд нь зогсоож харах *(Шинэ өгөгдөл ирэхийг түр зогсооно)*.
- Y (Тэнхлэг) масштаб: + ба - товчлуур дээр дарж графикийн босоо хэмжээг томосгож, жижигсгэнэ.
- Y байрлал: ▲ ба ▼ товчоор графикийг дээшээ, доошоо шилжүүлж харна. 0 товчийг дарвал буцаад төвдөө очно.
- X (Цаг хугацаа) масштаб: График баруун тийш шилжих хурдыг тохируулна (0.1 секундээс 10 секунд хүртэл).

8.5 Хэмжилтийн түүхийн хүснэгт

- Дэлгэцийн баруун талын хүснэгтэд хамгийн сүүлийн **80 удаагийн хэмжилт** (Дугаар, X, Y, Z, |B| утгуудтайгаа) жагсаалтаар харагдана.
- Энэ хүснэгтэн дэх түүхийг **"CSV татах"** товчоор татаж авч хадгалах боломжтой.



Хэмжилтийн түүх

#	X	Y	Z	|B|
14	−70.86	−41.79	8.49	82.71
13	−60.31	−53.55	14.19	81.89
12	−41.28	−53.60	39.95	78.57
11	−50.08	−52.32	34.27	80.13
10	−64.47	−42.97	28.22	82.46
9	−69.16	−20.78	27.35	77.23
8	−28.64	43.51	30.50	60.36
7	−26.68	40.69	28.31	56.30
6	−64.23	3.78	39.51	75.51
5	−55.91	32.46	34.78	73.42

9. Эвдрэл гэмтэлийг засварлах нь

Хүснэгт 10.1. Эвдрэл гэмтэлийг засварлах нь

Шинж тэмдэг	Шийдвэрлэх арга
Дэлгэцэнд "NO SENSOR" гарна	Тухайн горимын мэдрэгч холбогдоогүй буюу эвдэрсэн үед гарах алдаа. Энэ тохиолдолд мэдрэгчийн кабель, холболтыг сайн шалгана уу.
Веб апп Bluetooth төхөөрөмж олдохгүй байна	Browser Web Bluetooth дэмждэг эсэхийг (Chrome/Edge) шалгах, төхөөрөмжийг асааж, ойрхон (~5 м дотор) байлгах утасны/компьютерийн Bluetooth асаалттай эсэхийг шалгах.
Заалт хэт хэлбэлзэж, тогтворгүй байна	Setup → Filter-ийг "HIGH" (Их) болгож нэмэгдүүлнэ.
Заалт хэт удаан шинэчлэгдэж байна	Setup → Rate-ыг "0.5s" болгож богиносгоно.
Тохиргоо (Setup) хадгалагдахгүй байна	Тохиргоо хийсний дараа төхөөрөмжийг шууд унтраахгүй, хэдхэн секунд хүлээгээд унтраана уу (EEPROM бичих хугацаа шаардана).

11. Аюулгүй байдал ба анхаарах зүйлс

> **Аюулгүй байдал:** Мэдрэгчийн блокыг ЗӨВХӨН 3.3В тэжээлд ажиллуулна. 5В өгвөл мэдрэгч эвдэрч болзошгүй.

- Төхөөрөмжийг чийг, усанд өртүүлэхгүй байх.
- Хүчтэй соронз, соронзон орны эх үүсвэрт удаан ойртуулахгүй байх (мэдрэгч ханах/алдаатай заалт өгөх боломжтой).
- Дэлгэц эмзэг тул шахах, цохих, хурц зүйлээр зурахаас сэргийлнэ.
- Өөрөө задлан шинжлэхгүй, зөвшөөрөгдсөн засварын төвд хандана уу.
- Программ (firmware) шинэчлэх/кодыг компьютер руу хуулах үед HM-10 модулийн TX хөлийг заавал салгасан байх шаардлагатай (энэ нь зөвхөн үйлдвэрлэл/засварт хамаарна).

Холбоо барих

CreatiVision

Startup company at NUM (Монгол Улсын Их Сургууль)

Энэхүү гарын авлага нь багажийг зөв, аюулгүй ашиглахад туслах зорилготой. Нэмэлт асуулт, санал хүсэлт байвал үйлдвэрлэгчтэй доорх хаягаар холбогдоно уу.

Утас: 99012824, 99772782

И-мэйл: creativision.num@gmail.com

© CreatiVision. Бүх эрх хуулиар хамгаалагдсан.