

Phase picking errors on seismograms of seismic array

Baasanbat Tsagaan^{1*}

¹Institute of Astronomy and Geophysics, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia

*baasanbat@iag.ac.mn,

Received: 2024-10-19, Accepted: 2024-12-12, <https://doi.org/10.5564/mjag.v11i1.4186>

Abstract

Bandpass filtering between 0.3 and 7 Hz is used in the daily seismic data analysis routine at IAG. I estimated the back azimuth of selected events from the ERMAR seismic array by F-k analysis and compared it with the back azimuth from the GSE bulletin for those events. There are significant discrepancies between backazimuth determined by waveform analysis and the GSE bulletin, especially for events close to the array. Therefore, I recommend picking seismic phases without filtering the seismograms if possible; if not, appropriate bandpass filtering should be applied, taking into account the characteristics of the seismograms and epicentral distance.

1. Удиртгал

Газар хөдлөлтийн ажиглагдсан фазыг үнэн зөв авах нь газар хөдлөлтийн судалгаанд маш чухал юм. Газар хөдлөлтийн фазыг гараар авах нь ажиглагдсан фазыг хамгийн алдаа багатай авах арга боловч цаг хугацаа их ордог. Монгол орны газар хөдлөлийн өдөр тутмын боловсруулалтад JADE программ хэрэглэгддэг. JADE нь ойрын газар хөдлөлтийн фаз авах үед эх сейсмограммыг [0.3 – 7 Гц] bandpass стандарт шүүлтүүрээр шүүгдсэн сигналыг боловсруулагчид харуулдаг. Энэ стандарт шүүлтүүрийн интервалыг тухайн газар хөдлөлтийн төрлөөс хамаарч зөв хэрэглэхгүй байгаа нь газар хөдлөлтийн фазыг буруу тэмдэглэх, үүнээс улбаалан газар хөдлөлтийн эпицентр буруу тодорхойлогдох асуудал гарч байна.

ERMAR бичил сүлжээ станцад бүртгэгдсэн ойрын зайн газар хөдлөлтүүдийн мэдээллээр өөр судалгаа хийх явцад зарим газар хөдлөлтүүдийн, ялангуяа тус сүлжээ станцын ойр болсон

хэд хэдэн газар хөдлөлтүүдийн долгионы анализаар тодорхойлсон азимут болон GSE бюллетений азимут хооронд нэлээд зөрүү байгаа нь ажиглагдсан. Иймд энэ судалгаагаар бичил сүлжээ станцын мэдээлэл боловсруулалтад гарч байгаа асуудлыг судалж, зөвлөмж өгөхийг зорилоо. Энэ судалгаа нь онол туршилтын биш кейс судалгаа учраас тус өгүүлэлд ямар нэгэн онолын талаар дурдахгүй юм.

2. Мэдээлэл боловсруулалт

Сейсмик бичил сүлжээ нь өөр хоорондоо ойр байрласан, нэгэн төрлийн станцуудаас бүрдсэн байдаг. Бичил сүлжээ станц нь шуугиа бүхий сигналаас когерент долгион гаргаж авах, долгионы фронтыг ашиглан сейсмик долгионы азимутыг тодорхойлох, эпицентрийн зайг алдаа багатай тодорхойлдог давуу талуудтай юм (Schweitzer et al., 2012).

Долгионы давтамж болон тооны анализ нь сейсмик сүлжээ станцын мэдээлэл боловсруу-

лалтын стандарт функц юм. Энэ функц нь сүлжээ станцаар тархаж байгаа долгионы фронтын аппарат хурд болон backazimuth-ийг тооцоолж, сейсмик сигналын үүсгүүрийн байрлалыг тодорхойлох чадвартай юм. Одоогоор backazimuth гэсэн үгийг дүйж орчуулсан орчуулга байхгүй болохоор англи нэрээр нь бичлээ.

F-k анализаар газар хөдлөлтийн долгионы азимутыг тодорхойлохын тулд ERM сүлжээ станцын сонгож авсан газар хөдлөл бүрийн GSE бюллетений ажиглагдсан Pg болон Sg фазуудын бүртгэгдсэн хугацаануудын (arrival time) дунджийг ашиглан сейсмограмм бүрийг 5 секундний урттай байхаар SAC (Goldstein & Snook, 2005) программаар тасалж авсан. Үүний дараа F-k функцийг (Harris & Young, 1997) ашиглан хөдлөл бүрийн Pg, Sg фаз болгоны азимутыг тодорхойлов. F-k анализаар азимут бодож байгаа жишээг OrID-771430 дугаартай хөдлөлөөр харуулав (Зураг. 1).

OrID-771430 хөдлөлийн бюллетений backazimuth нь ER01 станцын хувьд 357.6° гэж тодорхойлогдсон бол долгионы давтамж болон тооны анализаар тодорхойлсон backazimuth нь 170.4° байна. Эндээс тус хөдлөлийн хувьд GSE бюллетений азимут болон F-k азимутын зөрүү нь 187.2° байна.

3. Үр дүн

2018 оны мэдээллийн сангаас ERMAR станцын хувьд сонгож авсан 2638 ойрын газар хөдлөлтүүдийн GSE бюллетений болон F-k анализын backazimuth-ийн зөрүүг Зураг. 2-д үзүүлээ. Азимутын зөрүүний статистикийг Хүснэгт. 1-д үзүүлээ. Зургаас үзэхэд ERMAR сүлжээ станцад ойрхон, эпицентрийн зай нь 200 км дотор байгаа нэлээд тооны газар хөдлөлтүүдийн азимутын зөрүү нэлээд өндөр, 140° -аас их байгаа нь ажиглагдана. Харин ERMAR сүлжээ станцаас эпицентрийн зай нь 200-500 км дотор байгаа дундын зайны газар хөдлөлтүүдийн азимутын зөрүү бага, 40° -аас бага байна.

Долгионы анализ нь сүлжээ станцаар тархаж байгаа хавтгай долгионы ирж буй азимутыг алдаа багатай тодорхойлдог. Иймд азимутын ялгаа өндөр эдгээр газар хөдлөлтүүдийн

эпицентр буруу тодорхойлогджээ.

Хүснэгт 1. Хөдлөлтүүдийн азимутын зөрүү.

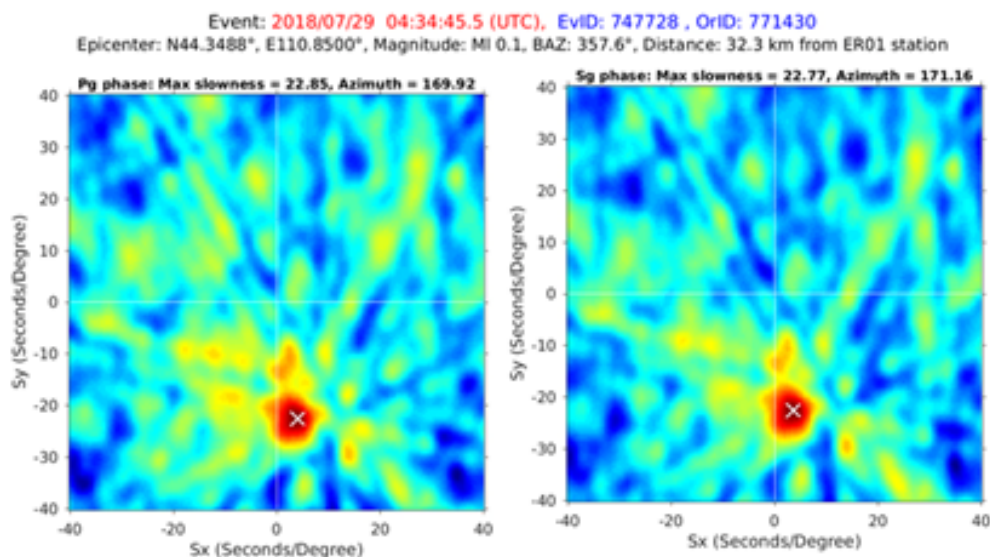
Азимутын зөрүү	Хөдлөлийн тоо
$0^\circ - 5^\circ$	805
$5^\circ - 10^\circ$	666
$10^\circ - 15^\circ$	443
$15^\circ - 20^\circ$	239
$25^\circ - 30^\circ$	117
$> 25^\circ$	368

4. Хэлэлцүүлэг

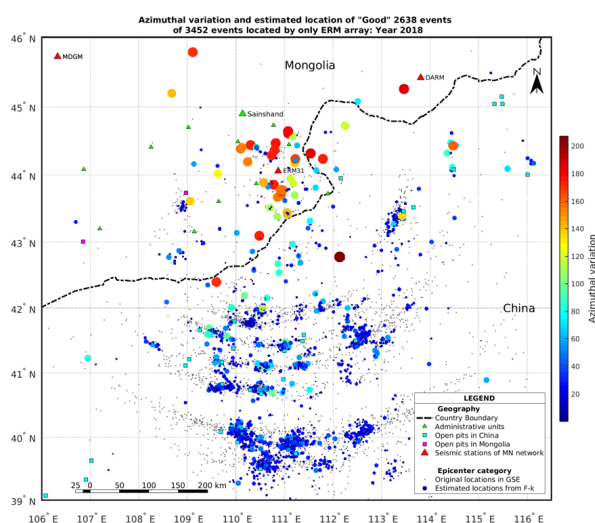
OrID-771430 хөдлөлийн хувьд эпицентрийн зай нь 33 км байгаа ч GSE бюллетений болон F-k долгионы анализаар тодорхойлсон азимутуудын зөрүү нь маш өндөр 187.2° байгаа нь анхаарал татна. Хэрвээ GSE бюллетений 357.6° азимутыг үнэн гэж үзвэл газар хөдлөлтийн сигнал эхлээд ER05 станцад бүртгэгдэж, дараа нь ER09, ER06 станцуудад бүртгэгдэх ёстой. Тус хөдлөлийн GSE бюллетенийг авч үзвэл Pg фазыг авсан дараалал нь ER07, ER03, ER08, ER02, ER06, ER01, ER09, хамгийн сүүлд нь ER05 станц байна (Зураг. 3). Тэгэхээр энд сигналын эхлэлийг буруу таньсны улмаас фаз авалтын дараалал буруу болсон байгаа нь харагдана. Үүнээс улбаалан тус газар хөдлөлтийн эпицентрийн тодорхойлолт буруу болжээ.

Энэ хөдлөлийн эх сигналыг шүүхгүйгээр фаз авалтыг дахин хийснийг Зураг. 4-д үзүүлээ. Зургаас үзэхэд энэ хөдлөлтийн Pg фаз тодорхой харагдах бөгөөд дахин авсан фазуудын хугацааны дараалал нь ER07, ER08, ER03, ER06, ER01, ER02, ER04, ER09, ER05 болно. Энэ тохиолдолд дахин бодсон бюллетений азимут болон F-k азимут хоорондоо таарна.

Тэгэхээр энэ газар хөдлөлт нь ERMAR бичил сүлжээ станцад ойрхон болсон учраас сейсмограмм нь өндөр давтамжийн долгионоор баялаг байгаа нь Зураг. 5-аас харагдана. Фаз авалтыг

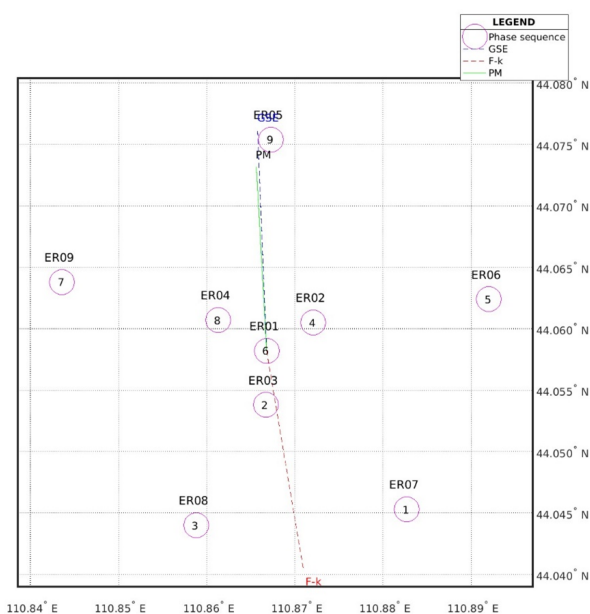


Зураг 1. OriD 771430 хөдлөлийн азимутыг долгионы давтамж ба тооны анализаар тодорхойлсон жишээ.



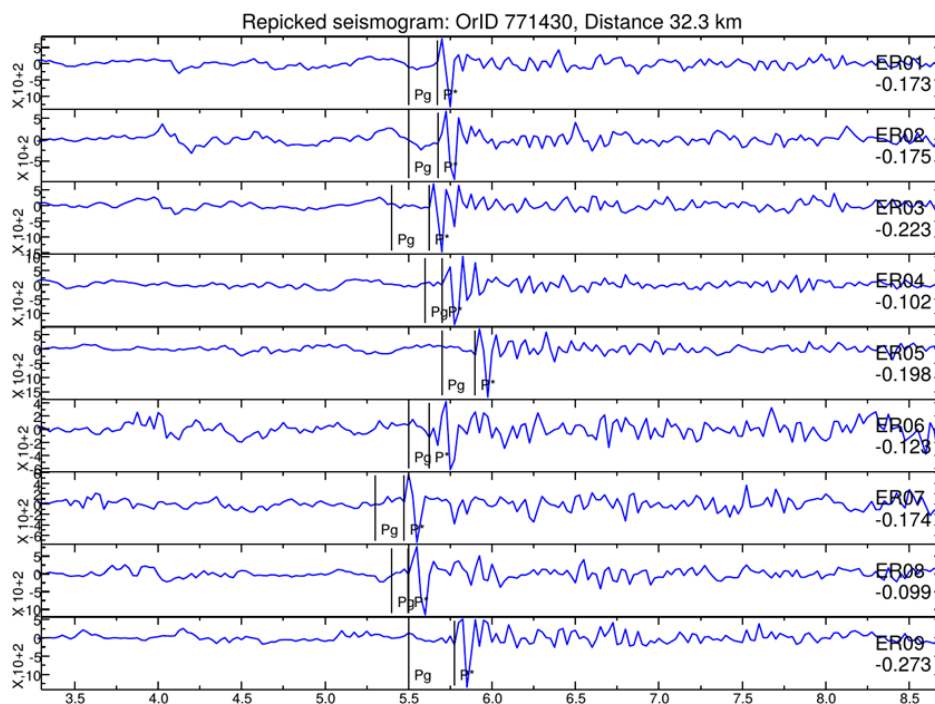
Зураг 2. Зөвхөн ERM сүлжээ станцын мэдээлэлээр тодорхойлогдсон 2018 оны 2638 ойрын газар хөдлөлтийн GSE бюллетений болон долгионы анализын азимутын зөрүү.

хийхэд газар хөдлөлт боловсруулалтын JADE программ стандарт [0.3-7 Гц] шүүлтүүрээр шүүсэн сейсмограммыг мөн тус зурагт үзүүлэв. Эх сейсмограммын өндөр давтамж бүхий сигналууд стандарт [0.3-7 Гц] шүүлтүүрээр шүүгдсэний улмаас шүүгдсэн долгионы хэлбэр дүрс эх сейсмограммаас өөр болсон нь Pg фазыг буруу танихад хүргэж, улмаар эпицентрийг

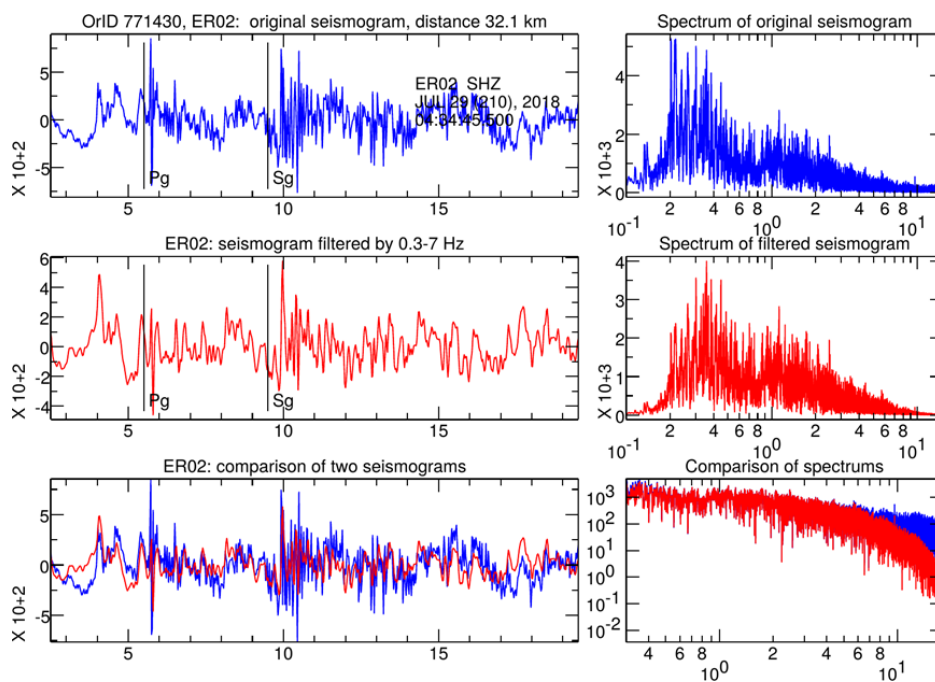


Зураг 3. OriD 771430 хөдлөлийн ERMAR сүлжээний станцууд дээрх фаз авалт. Тоогоор станцууд дээр фаз авсан дарааллыг, тасархай хөх шулуунаар GSE бюллетений азимутыг, тасархай улаан шулуунаар долгионы анализаар тодорхойлсон азимутыг тус тус үзүүлэв.

буруу тодорхойлох шалтгаан болжээ. Мөн JADE боловсруулалтын программын стандарт шүүлтүүр нь эх сейсмограммаас өндөр давтам-



Зураг 4. OrID-771430 хөдлөл: Эх сейсмограмм дээрх фаз дахин авалт. Pg – хуучин фаз, P* – шинэ фаз.



Зураг 5. OrID-771430 хөдлөл: ER02 станцын эх сейсмограммыг хөх өнгөөр болон стандарт [0.3 7 Гц] шүүлтүүрээр шүүгдсэн сейсмограммыг улаан өнгөөр үзүүлэв.

жийн сигналыг шүүчихээд байгааг азимутын зөрүүний статистик нотолж байна (Хүснэгт. 1).

5. Дүгнэлт, санал зөвлөмж

ERMAR сүлжээ станцын мэдээлэл боловсруулалт, ялангуяа сүлжээ станцад ойр болсон газар

хөдлөлтүүдийн фазыг стандарт [0.3 7 Гц] шүүлтүүрээр шүүгдсэн сейсмограмм дээр авсны улмаас фаз авалт буруу болжээ. Үүний улмаас тус газар хөдлөлтүүдийн эпицентр нь буруу тодорхойлогджээ.

Газар хөдлөлтийн долгионы давтамжийн агуулга нь эпицентрийн зай, голомтын гүн, хүчнээс шууд хамаардаг. Фаз авалт хийх үед JADE программ стандарт шүүлтүүрээр шүүгдсэн сейсмограммыг боловсруулагчид харуулдаг. Иймд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн сейсмограммын бүтэц, эпицентрийн зайг үнэлсний дараа тухайн хөдлөл сүлжээ станцад ойрхон байвал эхлээд эх сейсмограмм дээр фаз авахыг хичээхийг, боломжгүй бол тохирсон шүүлтүүр хэрэглэж ажиглагдсан фазыг аль болох зөв авахыг зохиогч зөвлөж байна.

Ашигласан номзүй

Goldstein, B. & Snoke, A., 2005. Ac availability for the iris community, Tech. rep., Incorporated Institutions for Seismology Data Management Center Electronic Newsletter.

Harris, M. & Young, C., 1997. Matseis: A seismic gui and tool-box for matlab., *Electronic seismologist*.

Schweitzer, J., Fyen, J., Mykkeltveit, S., Gibbons, S. J., Pirli, Myrtoand Kuhn, D., & Kværna, T., 2012. *Manual of seismological observatory practice*, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ.