

УДК 550.34:004 (571.642)

Автоматическая система на базе EARTHWORM для расчёта параметров очагов локальных землетрясений в режиме реального времени

© 2016 г. А.А. Степнов, А.В. Коновалов, А.В. Гаврилов, К.А. Манайчев

*Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения РАН,
г. Южно-Сахалинск, Россия*

Описан опыт внедрения автоматической системы для выполнения расчётов параметров очага на базе действующей сети сейсмических станций. Представлен критический обзор открытых программных продуктов для автоматизации сейсмологических наблюдений. Детально рассмотрены методы обработки потока волновых данных в режиме реального времени. Приведены параметры отдельных подпрограмм в реализованной системе. Определены информационные потоки и жизненный цикл данных в автоматической системе. Проанализированы погрешности определений автоматической системы. Оценены регистрационные возможности сети сейсмических станций.

Ключевые слова: автоматическая система, сеть сейсмических станций, оценка регистрационных возможностей, телеметрия, поток данных, жизненный цикл данных, гипоцентр, локальная магнитуда, анализ погрешностей.

PACS 93.30.Db

Литература

- Байкал-8. Техническое описание. Ревизия 1.5. http://expas-sib.com/images/supplements/by_8/By-8%20manual%201.5.pdf
- Гаврилов А.В., Коновалов А.В., Никифоров С.П. Результаты полевых и стационарных испытаний регистратора сейсмических сигналов “Дельта 03” // Сейсмические приборы. 2010. Т. 46, № 3. С.18–28.
- Коновалов А.В., Нагорных Т.В., Сафонов Д.А. Современные исследования механизмов очагов землетрясений о. Сахалин / Отв. ред. д-р геол.-мин. наук А.И. Кожурин. Владивосток: Изд-во Дальнаука, 2014. 252 с.
- Allen R. Automatic phase pickers: their present use and future prospects // Bulletin of the Seismological Society of America. 1982. V. 72, N 6B. P.S225–S242.
- Bath M. Introduction to seismology. Birkhäuser, 1979. 428 p.
- Bratt S.R., Bache T.C. Locating events with a sparse network of regional arrays // Bulletin of the Seismological Society of America. 1988. V. 78, N 2. P.780–798.
- Documentation of the Archlink. <http://www.seiscomp3.org/wiki/doc/applications/archlink>.
- Earthworm Central, new site for the Earthworm software and community. <http://earthwormcentral.org>.
- Earthworm Community Trac Wiki. <http://love.isti.com/trac/ew/wiki>.
- Fasheh M. OCFS2: The Oracle clustered file system, version 2 // Proceedings of the 2006 Linux Symposium. 2006. P.289–302.
- Geiger L. Probability method for determination of earthquake epicenters from the arrival times only // Bul. St. Louis Univ. 1912. V. 8. P.60–71.
- Geofon program. <http://geofon.gfz-potsdam.de>.
- Herrmann R.B. Computer programs in seismology: An evolving tool for instruction and research // Seismol. Res. Lett. 2013. V. 84, N 6. P.1081–1088.

- Hijmans R.J., Williams E., Vennes C. Geosphere: spherical trigonometry. R package version 1.2-28 // CRAN. R-project. org/package= geosphere. 2012.
- IRIS SeedLink Overview. <http://ds.iris.edu/ds/nodes/dmc/services/seedlink/>
- IRIS Supported Software: ringserver. <https://seiscode.iris.washington.edu/projects/ringserver>.
- Klein F.W. User's Guide to Hypoinverse-2000, a Fortran Program to Solve for Earthquake Locations and Magnitudes (4/2002 version 1.0) // USGS Open File Report. 2001. P.02–171.
- Konovalov A.V., Stepanov A.A., Patrikeev V.N. SEISAN software application for developing an automated seismological data analysis workstation // Seismic Instruments. 2012. V. 48, N 3. P.270–281.
- Konovalov A.V., Sychev A.S. A calibration curve of local magnitude and intermagnitude relations for northern Sakhalin // Journal of Volcanology and Seismology. 2014. V. 8, N 6. P.390–400.
- Lienert B.R., Havskov J. A computer program for locating earthquakes both locally and globally // Seismol. Res. Lett. 1995. V. 66, N 5. P.26–36.
- Lomax A., Virieu, J., Volan, P., Berge-Thierry C. Probabilistic earthquake location in 3D and layered models // Advances in seismic event location. Springer Netherlands, 2000. P.101–134.
- Mele F., Bono A., Lauciani V., Mandiello A., Marcocci C., Pintore S., Quintiliani M., Scognamiglio L., Mazza S. Tuning an Earthworm phase picker: Some considerations on the PICK_EW parameters. INGV, Rapporti Tecnici N 164. Rome, 2010. 28 p.
- Olivieri M., Clinton J. An almost fair comparison between Earthworm and SeisComp3 // Seismol. Res. Lett. 2012. V. 83, N 4. P.720–727.
- Ottmøller L., Voss P., Havskov J. SEISAN earthquake analysis software for Windows, Solaris, Linux and MacOSX // Dept. Earth Sci., Univ. Bergen, Bergen, Norway. 2011.
- RTPD Installation and Users Guide, Version 2.1.7.0. <http://l2a.ucsd.edu/local/Manuals/RTPD.pdf>.
- Sakhalin Real-time Seismological Service. <http://imgg.ru/ru/srss>.
- SEED reference manual, SEED Format Version 2.4. http://www.fdsn.org/seed_manual/SEED-Manual_V2.4.pdf.
- SeisComP User License Agreement. <http://geofon.gfz-potsdam.de/software/seiscomp/license.pdf>
- SEISCOMP3 Installation and Requirements. <http://www.seiscomp3.org/doc/jakarta/current/base/installation.html>.
- Simplified Flowchart for Binder <http://www.earthwormcentral.org/documentation3/ovr/binder-flowchart.pdf>.
- Sorokin A.A., Korolev S.P., Polyakov A.N. Development of information technologies for storage of data of instrumental observation networks of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences // Procedia Computer Science. 2015. Vol. 66. P.584-591.
- Stepanov A.A., Gavrilov A.V., Konovalov A.V., Ottmøller L. New architecture of an automated system for acquisition, storage, and processing of seismic data // Seismic Instruments. 2014. V. 50, N 1. P.67–74.
- SWARM, Seismic Wave Analysis and Real-time Monitor: user manual and reference guide. http://volcanoes.usgs.gov/software/doc/swarm_v2.pdf.
- The Spread Toolkit. <http://www.spread.org>.
- Urabe T., Tsukuda S. WIN – A program on workstation for support of manual phase picking process on seismograms recorded by microearthquake observation network, Programme and Abstract, Seism. Soc. Japan, N 2. P. 41, 1992 (in Japanese).
- Utheim T., Havskov J., Ozyazicioglu M., Rodriguez J., Talavera E. RTQUAKE, a real-time earthquake detection system integrated with SEISAN // Seismol. Res. Lett. 2014. V. 85, N 3. P.735–742.
- Wald D.J., Worden B.C., Quitoriano V., Pankow K.L. ShakeMap manual: technical manual, user's guide, and software guide. 2005. N 12-A1.
- Weber B., Becker J., Hanka W., Heinloo A., Hoffmann M., Kraft T., Pahlke D., Reinhardt J., Saul J., Thoms H. SeisComp3 – automatic and interactive real-time data processing //Geophysical Research Abstracts, 2007. V. 9. P.09219.
- Wessel P., Smith W. H., Scharroo R., Luis J., Wobbe F. Generic mapping tools: improved version released // Eos, Transactions American Geophysical Union. 2013. V. 94, N 45. P.409–410.
- Winston project page. <http://volcanoes.usgs.gov/software/winston/>.