

IZMENJAVA PODATKOV V SEIZMOLOGIJI

Bojan Uran*

UDK 550.34:681.324

Sodelovanje in izmenjava podatkov sta za seizmologijo zelo pomembna. Nove tehnične možnosti so izmenjavo še pospešile. Predstavljamo pregled načinov dostopa do različnih seizmoloških podatkov, še posebej do javno dostopnih virov informacij. Obdelani sta zlasti možnosti, ki jih ponujajo sistemi AutoDRM za elektronsko pošto in pregledovalniki WWW v Internetu.

Potresi se ne omejujejo na državne meje, zato je izmenjava seizmoloških podatkov zelo pomembna. Za določitev tenzorja seizmičnega momenta potrebujemo več kakovostnih digitalnih zapisov potresa z različnih oddaljenosti od epicentra. Širokopasovne opazovalnice različnih svetovnih seizmoloških omrežij so glavni vir podatkov za izračun lastnosti močnejših potresov. Za opazovanje lokalne seizmičnosti in manjših potresov potrebujemo nacionalna in regionalna omrežja seizmoloških opazovalnic in "strong motion" inštrumentov. Tako hitro dobimo informacije, ki jih potrebujemo za obveščanje javnosti.

V seizmologiji imamo opravka z veliko podatki. Pri hitrosti vzorčenja 100 Hz na treh kanalih pri 24-bitni ločljivosti dobimo na dan okrog 80 MB podatkov na eni lokalni, bolj kratkoperiodni opazovalnici. V desetih opazovalnicah dobimo na dan 800 MB podatkov. Brez močne podatkovne baze si seizmološkega sistema ne moremo predstavljati. Potrebujemo jo tudi pri poznejših obdelavah podatkov in arhiviranju potresnih dogodkov.

Izmenjava biltenov z rezultati poteka med seizmologi že dolgo časa. Nacionalni informacijski center za potrese (NEIC) pri Ameriškem geološkem zavodu (USGS) v ZDA zbira podatke o potresih z vsega sveta in po petih mesecih izda bilten. Evropsko-sredozemski seizmološki center (EMSC), katerega član je tudi Uprava Republike Slovenije za geofiziko, pokriva s svojo dejavnostjo območje od srednje atlantskega hrpta na zahodu, Urala na vzhodu, Severnega ledenega morja na severu in na jugu do območij, ki mejijo na Sredozemsko morje.

Seizmološki podatki v bazi EMSC

Namen podatkovnih baz EMSC je omogočiti računalniški dostop do različnih podatkov, povezanih s seizmologijo (1). Te baze so: **hitra določitev epicentrov**, ki

vključuje podatke avtomatskih odčitavanj časov prvih prihodov seizmičnih valov, avtomatsko določitev magnitude in lokacije izvora potresov, ki so jih pravkar zabeležili; podatki **"strong motion"**; **zgodovinski in makroseizmični podatki**; **bilteni nacionalnih in regionalnih seizmoloških omrežij**, ki vključujejo vstopne čase posameznih faz, amplitude, periode, trajanje, magnitude, lokacije dogodkov in podatke o senzorjih in posameznih inštrumentih; **digitalni seizmogrami** s posameznih opazovalnic (zaradi velike količine podatkov lahko pričakujemo, da bodo shranjeni lokalno in ne v skupni bazi EMSC, v kateri bodo samo kazalci na te zapise); **evropski bilten**, ki naj bi vseboval podatke nacionalnih in regionalnih biltenov in **katalog zgodovinskih zapisov**.

Format zapisov

V seizmologiji obstaja več formatov zapisov tako parametričnih podatkov, kot valovnih oblik. Začne se že pri inštrumentih, kjer vsak proizvajalec shrani digitalne zapise valovnih oblik po svoje. To se nadaljuje pri seizmoloških omrežjih, ki shranjujejo različne seizmološke podatke v različnih formatih. Uveljavljenih je nekaj formatov, ki so bili razviti za delo določenih seizmoloških omrežij. Takšen primer je Caltech-USGS Seismic Processing Format (CUSP) (2), ki ga uporabljajo na računalnikih VAX v Kaliforniji in v bistvu nima podatkovne baze v klasičnem smislu. Z razvojem komunikacij se je razvilo več sistemov seizmoloških omrežij, ki zbirajo podatke z vsega sveta. To je pripomoglo k poenotenju formatov zapisov za določeno globalno seizmološko omrežje. Standard for the Exchange of Earthquake Data (SEED) je namenjen prvenstveno izmenjavi valovnih zapisov in temelji na relacijski bazi SQL (3, 4, 5). Med drugimi ga upora bljajo tudi v Centru za vzdrževanje podatkov pri Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS DMC) za shranjevanje in poizvedbe podatkov iz njihovih baz, ki vsebujejo podatke svetovnih seizmoloških omrežij.

Skupina znanstvenih izvedencev-Group of scientific expert (GSE)-konferenca za

razorožitev v Ženevi je predlagala format za izmenjavo podatkov, ki ga bodo uporabljali tudi pri poskusih GSETT-3, katerih cilj je zaznati eno kilotonske jedrske eksplozije kjerkoli po svetu. Format **GSE** je predvsem namenjen izmenjavi parametričnih podatkov v obliki biltenov, omogoča pa tudi izmenjavo digitalnih seizmogramov. Podatki so v bazi SQL, njen podatkovni model je točno določen. V primerjavi z SEED je bolj okleščen. Na sestanku skupine za podatkovne baze pri EMSC v Nici so se dogovorili, naj bi se format GSE uporabljal za izmenjavo podatkov v okviru organizacije.

Seismic unified data system (SUDS) je standarden format za izmenjavo digitalnih zapisov (6). Je nadgradnja SEED in še nekaj drugih standardov. Zaradi preproste možnosti implementacije ga lahko uporabimo tako za shranjevanje podatkov v inštrumentih, kot tudi za vodenje celotnega seizmološkega sistema podatkov. Temelji na načelu kartic, ki jih lahko uporabljamo posamezno, ne da bi jih organizirali v podatkovno bazo. Na eni kartici so na primer podatki o inštrumentu, na drugi pa posamezni zapisi na določeni postaji, bilteni in vsi drugi seizmološki podatki. Relacijska struktura povezuje kartice v podatkovno bazo. Menim, da bo ta standard v prihodnosti prevzel vlogo glavnega formata za shranjevanje in izmenjavo seizmoloških podatkov. Obstaja že nekaj filtrov, ki omogočajo prepis zapisov v format SUDS.

SQL kot standard za relacijske podatkovne baze sicer ni idealen za shranjevanje velikih binarnih zapisov, s kakršnimi imamo opravka pri digitalnih zapisih valovanja. Pričakovati je dopolnitve standarda, ki bodo omogočale bolj učinkovito vključitev multimedijških zapisov, ki so po svoje podobni seizmogramom. Distribuirane baze podatkov omogočajo, da imamo dele podatkov na različnih lokacijah. Za seizmologijo to pomeni, da je lahko več središč z enakimi podatkovnimi bazami povezanih v distribuiran sistem, v katerem ni treba shraniti vseh zanimivih podatkov lokalno. Če potrebujemo kak podatek, ga sistem sam najde v eni izmed delnih baz. Tako ni podvajanja informacij in zato se zmanjša število podatkov, ki jih je treba hraniti.

* Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava Republike Slovenije za geofiziko, Kersnikova 3, Ljubljana

Uporabniški vmesnik

Pri dostopu in uporabi baz podatkov je pomemben uporabniški vmesnik. Obstaja več možnosti. Klasična je priključitev na oddaljeni sistem, bodisi s terminalsko povezavo bodisi s programom telnet prek omrežja Internet in uporaba njihovega programa za delo z bazami. Te možnosti običajno zahtevajo uporabniško geslo v oddaljenem računalniku in za prihodnost niso zanimive. Zanimivi so javno dostopni

sistemi, ki jih je vedno več in si jih bomo podrobneje ogledali v nadaljevanju. Osnovni podatki o omrežju Internet, njegovih servisih in uporabi ukazov so na voljo v bogatem izboru literature o omrežju Internet (7, 8).

Finger

Finger je eden od programov na Internetu, s katerim je mogoče dobiti podatke o določenem računalniku. V ZDA je mogoče z ukazom finger dobiti podatke o zaznanih potresih. Primer je recimo finger quakegeophys.washington.edu, ki na zaslону izpiše:

```
Login name: quake          In real life: Earthquake Information
Directory: /u0/quake      Shell: /u0/quake/run_quake
Last login Mon Apr 24 22:51 on ttya from seq.OIT.OSSHE.ED
Mail last read Mon Jan 30 14:40:19 1995
Plan:
```

The following catalog is for earthquakes (M>2) in Washington and Oregon produced by the Pacific Northwest Seismograph Network, a member of the Council of the National Seismic System. Catalogs for various regions of the country can be obtained by using the UNIX program 'finger quake@machine' where the following are machines for different regions.

gldfs.cr.usgs.gov (USGS NEIC/NEIS worldwide), andreas.wr.usgs.gov (Northern Cal.), scec.gps.caltech.edu (Southern Cal.), fm.gi.alaska.edu (Alaska),

seismo.unr.edu (Nevada), mbmgsun.mtech.edu (Montana),

eqinfo.seis.utah.edu (Utah), sisypus.idbsu.edu (Idaho)

slueas.slu.edu (Central US), tako.wr.usgs.gov (Hawaii),

Additional catalogs and information for the PNSN (as well as other networks) are available using the WorldWideWeb (mosaic) system at URL:

http://www.geophys.washington.edu/

DATE-TIME is in Universal Time (UTC) which is PST + 8 hours. Magnitudes are reported as local magnitude (ML). QUAL is location quality Agood, Dpoor,

Zfrom automatic system and may be in error.

DATE(UTC)TIME LAT(N) LON(W) DEP MAG QUAL COMMENTS

```
yy/mm/dd hh:mm:ss deg. deg. km ML
95/03/08 19:31:21 47.46N 121.76W 17.0 2.2 B 1.9 km SSE of North Bend
95/03/09 07:22:36 47.18N 120.95W 1.6 3.0 C 38.1 km NW of Ellensburg ...
```

Za uporabo tega ukaza moramo biti priključeni v Internet. Omogoča le pregled biltenov, ne pa tudi valovnih zapisov.

Gopher ali Spyder

Sistema Gopher ali Spyder omogočata dostop do različnih seizmoloških podatkov. Gopher je menijsko voden uporabniški program, ki omogoča iskanje po Internetu. Primerjamo ga lahko z drevesom, saj začnemo iskati pri koreninah, se premikamo po sistemu vej do listov. Če potrebujemo kak podatek, ki ni na tem listu, se moramo vračati po sistemu vej. Svoje podatke lahko ponudimo na strežniku Gopher. Sistem je uporabniško manj primeren kot WWW, ki ga bomo opisali v nadaljevanju.

WWW

World Wide Web (WWW) je sistem, ki temelji na hipertekstnih povezavah doku-

sopisov, slik s poškodbami, uradnih informacij o škodi in drugih. Obstajajo pa tudi strežniki, ki imajo podatke o potresnih opazovanjih, dostopne v WWW. Takšen primer je NEIC, kamor se priključimo z ukazom <http://www.gldfs.cr.usgs.gov>. Na tem strežniku je veliko kazalcev za ustanove, kjer so na voljo seizmološki podatki.

AutoDRM

AutoDRM je sistem za avtomatsko pošiljanje seizmoloških podatkov, ki so ga razvili v ETH Zuerich. Je vmesnik med relacijsko bazo podatkov in uporabnikom. Poskrbi, da se sprejme zahtevek za določene podatke, jih poišče v bazi in odpošlje. Vse komunikacije temeljijo na preprosti elektronski pošti. Poglejmo si na primeru sporočilo, ki ga pošljemo AutoDRM na naslov auto-drm@seismo.ifg.ethz.ch.

BEGIN

DATE1 199402010000

DATE2 199403101000

DETEC

AMI A

EMAIL BOJAN.URAN@ZGF.SIGOV.MAIL.SI

STOP

Sporočilo se začne z BEGIN in konča s STOP. DATE1 in DATE2 sta začetni in končni datum, za katera nas zanimajo podatki. DETEC pomeni, da želimo vse dogodke za to obdobje. AMI A so alarmi, ki se sprožijo ob močnejših potresih z vsega sveta. Poleg tega lahko z WAVE dobimo valovni zapis. Določiti moramo seveda še postajo ali več postaj, s katerih želimo valovne podatke. Prav tako so so dostopni tudi podatki o posameznih opazovalnicah, kot so koordinate, vrsta inštrumenta in kalibracija. EMAIL vsebuje e-mail naslov pošiljatelja. Odziv sistema na sporočilo je hiter, saj običajno od sprejema sporočila in odpošiljanja podatkov mine le nekaj minut. Navodila za uporabo sistema dobimo z ukazom HELP, ki ga napišemo med BEGIN in STOP (9).

Sporočilo, ki ga dobimo po elektronski pošti, vsebuje podatke o potresih v naslednji obliki:

DETECTIONS OF THE SWISS SEISMOLOGICAL SERVICE

Recording Date & Time may be used for specific waveform requests!

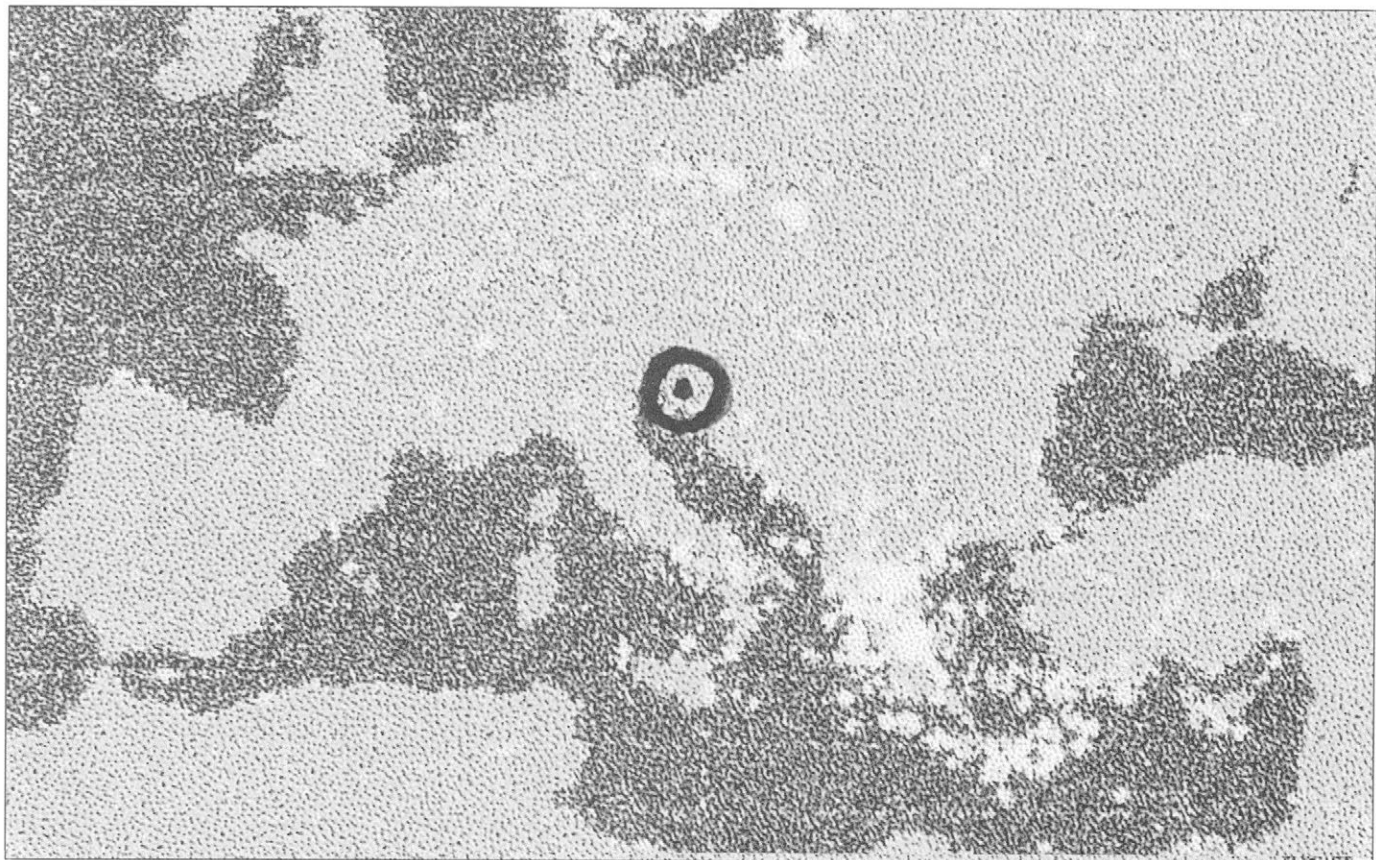
Q: quality remark (A = very good, B = good, C = fair, D = poor)

L: type of location (A = automatic, M = manually by an analyst)

```
Recorded at | Origin | Location | Region (or
YYYYMMDDHHMM | Date Time | Lat Lon Dep Mag Q L |
Azim/Slown if PKP)
```

+++++

```
199402010121:01Feb1994 01:21:22.2 46.7N 9.9E 10 MI=1.4 B M SCALETTAPASS/SWIT
199402012256:01Feb1994 22:44:13.2 19.7N 116.9E 10 Mb=5.7 B M SOUTH CHINA SEA
199402020144:02Feb1994 01:44:38.3 44.8N 9.7E 10 MI=2.6 D M NORTHERN ITALY
199402021012:02Feb1994 10:12:11.1 44.2N 12.3E 10 MI=3.6 D M NORTHERN ITALY
```



Slika. Primer izpisa z GSETT-3 strežnika WWW za potres 22. 5. 1995 pri Ilirski Bistrici. Strežnik popolnoma avtomatsko določi vstopne čase, lokacijo in magnitudo dogodka. Predhodni podatki za dogodke z magnitudo nad 3.5 so na voljo z enouro zakasnitvijo. Na zgornjem delu so avtomatsko določeni vstopni časi na posameznih svetovnih seizmoloških opazovalnicah, ki so online povezane v sistem. Na spodnjem delu so pomanjšani valovni zapisi s teh opazovalnic. Podatke lahko prenesemo na svoj računalnik za nadaljnjo obdelavo. Naslov strežnika je <http://www.cdcdc.org/>. Druge naslove lahko najdete na naši strani WWW (<http://www.sigov.si/ugf/slo/gf.html>).
Figure. GSETT-3 WWW servers; an extract of the earthquake of May 22, 1995 in Ilirski Bistrica

Sistemov AutoDRM je v zadnjih mesecih vedno več, tako v Evropi kot ZDA, kjer tudi pri NEIC obstaja podoben sistem. Zaradi preprostosti je pričakovati, da se bo še bolj razširil in bo v prihodnosti eden glavnih načinov izmenjave seizmoloških podatkov. Sistem je popolnoma avtomatski. Tehnično za iskalce podatkov ni zahteven, saj potrebujejo samo dostop do elektronske pošte, ni pa nujen dostop do omrežja Internet in programa ftp za prenos podatkov po njem. EMSC ga namerava uporabiti kot standarden uporabniški vmesnik za dostop do podatkov in pri poskusih GSETT-3.

Predstavljeni dostopi do seizmoloških podatkov AutoDRM ali WWW postajata standard za izmenjavo seizmoloških podatkov. WWW omogoča še veliko več, na primer prenos seizmotektonskih kart ali kart z lokacijami potresov.

Sklep

Razvoj komunikacij je zelo vplival tudi na organiziranost in delovanje seizmološke skupnosti. Zelo se je povečala izmenjava valovnih zapisov. Format zapisov GSE in predvsem SUDS sta za nas zelo zanimiva. Omogočata preprosto izmenjavo in uporabo podatkov s tujih opazovalnic pri analizi naših potresov, saj lahko uporabimo enak podatkovni model za relacijsko bazo podatkov in s tem preprosto vključitev tujih podatkov.

Vmesnik AutoDRM omogoča javen dostop do seizmoloških podatkovnih baz prek elektronske pošte. Postavitev takšnega strežnika ni preveč zahtevna. Za rutinsko uporabo se zdi primeren, saj se da pošiljanje in pregled sporočil avtomatizirati, da poteka na primer vsako jutro ali večkrat na dan.

Strežnik WWW je za uporabnika gotovo bolj privlačen, vendar jih zaenkrat v sosesčini še ni dovolj. Zahteva vključitev v Internet. Omogoča prenos vseh vrst informacij, od biltenov, zapisov potresov, slik poškodb, kart... Zaradi nujnosti interaktivnega dela s sistemom je za rutinsko izmenjavo seizmoloških podatkov morda manj primeren. Idealen je za iskanje in občasen prenos različnih informacij. Predvidevamo, da bo seizmolog za rutinsko izmenjavo podatkov verjetno uporabljal sisteme AutoDRM, WWW pa za dostop do podatkov o potresih in tistih, ki so z njimi povezani. Naše izkušnje pri postavitvi in uporabi obeh sistemov bomo opisali v naslednji številki.

4. Van der Lans, R., 1993. Introduction to SQL. Addison-Wesley, Reading.
5. Sprout User's Guide. IRIS DMC.
6. Ward, P. L., 1989. The Seismic Unified Data System. U. S. Geological Survey Open-File Report 89-188.
7. Laquey, T., 1993. The Internet companion: a beginner's guide to global networking. Addison-Wesley, Reading.
8. Falk, B., 1994. Internet zemljevid. Atlantis Publishing, Ljubljana.
9. Users Guide of the AutoDRM at the Swiss Seismological Service.

Bojan Uran

Public Access to Seismological Data

Seismological data exchange of bulletins and waveforms between different seismological centres is very important because earthquakes are not limited to state boundaries. Different methods of data access are presented, with emphasis on the public AutoDRM and WWW servers.

1. Zapisnik z EMSC delavnice o podatkovnih bazah. Nica, 14. 12. 1994.
2. Wald, L., Given, D., Jones, L., Hutton, K., 1990. The Southern California Network Bulletin January-December 1989. U. S. Geological Survey Open-File Report 90-483.
3. Gruber, M., 1990. Understanding SQL. Sybex, San Francisco.