

КОНЦЕПТУАЛЕН ФРЕЙМУЪРК ЗА ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И ЦИФРОВА ОБРАБОТКА НА РАДАРГРАМИ

Георги Петров

Нов български университет
e-mail: gpetrov@nbu.bg

Ключови думи: Графичен интерфейс за Seismic Unix

Резюме: В доклада е представен работен модел на софтуерно приложение, имащо за цел да подобри и ускори работата на оператор, използващ стандартни професионални софтуерни инструменти за цифрова сигнална обработка и визуализация на радарграми чрез пакета Seismic Unix. Описани са основни трудности в използването на стандартни професионални софтуерни пакети за обработка на сигнали от радарграми и тяхното моделиране, като фокусът е поставен над някои предложени методи за тяхното преодоляване. Разработеният работен прототип позволява чрез лесноразбираем графичен интерфейс операторът да може бързо да избира, зарежда, визуализира и обработва интересуващите го радарграми с минимални познания в операционната система Unix. Обсъдени са възможни приложения на подобна система с отворен Уеб интерфейс.

CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR VISUALIZATION AND DIGITAL SIGNAL PROCESSING OF GPR RADARGRAMS

Georgi Petrov

New Bulgarian University
e-mail: gpetrov@nbu.bg

Keywords: GPR DSP, Seismic Unix

Abstract: This report presents a working model of a software application designed to improve and accelerate the work of the operator using standard professional software tools for digital signal processing and visualization of (GPR) radargrams by software tools package Seismic Unix. Authors described the main difficulties in the use of standard professional software packages for processing signals from radargrams and their modeling. The focus is placed over certain proposed methodology to overcome these difficulties. Authors describe basic architecture of developed working prototype that allows operator through simple GUI to quickly select, load, visualize and process different radargrams with minimal knowledge of the operating system Unix. Possible applications of such a system with open web based interface are described.

Въведение

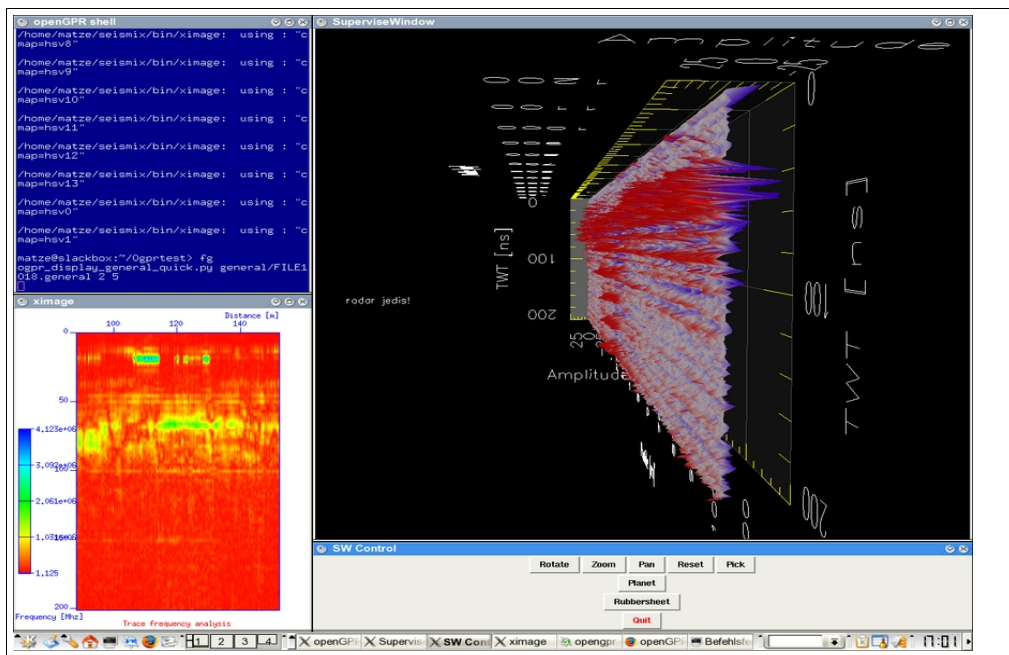
Използването на георадарен метод (Ground Penetration Radar — GPR) при изследването на конструктивната цялост на земно-насипни съоръжения, в частност речни диги и язовирни стени, е икономически оправдан неструктивен метод, който набира широка популярност в страните от ЕС. В България има налично голямо количество малки язовири, изградени чрез земно-насипни диги [1]. Тяхното актуално техническо състояние практически не се следи мащабно и над 90 % от тях не са претърпели капитален ремонт през последните 20-25 г., което често надвишава половината от срока на тяхната служба. Ето защо, популяризирането на този сравнително нов метод за обследване и инженерно-техническа оценка на подобни земно-насипни речни и язовирни съоръжения, ще позволи по-бързото снемане на техния актуален статус и ще позволи на повече общини с нисък бюджет да получат актуална и достатъчно надеждна справка за състоянието на редица малки язовири, разположени в техните териториални граници. По този начин ще може да бъде извършено пълномащабен национален

мониторинг, въз основа на който може да се прогнозира и планира средства за ремонти и заздравяване на онези съоръжения, представляващи най-голяма опасност за хората и стопанството като цяло. Отчитайки факта, че за масовото въвеждане на GPR методасе изисква сериозна първоначална инвестиция, екипът ни прави опит да формулира онези части от една бъдеща национална система за контрол на подобни обекти, които следва да бъдат разработвани на база отворени стандарти предвид общонационалната значимост на проблема. Наред с това, изборът на отворен интерфейс и съвременните уеб технологии с цел създаване на единна централизирана система за контрол и превенция на рисковете от наводнения, значително ще повиши възможностите за обучение на кадри, представляващи различни заинтересовани институции, организации и специалисти по общини. Ето защо, в настоящия доклад е направен анализ на възможностите, предоставяни от различни софтуерни инструменти с отворен код, специално предназначени за обработка, визуализация и моделиране на георадарни данни. Въз основа на това е предложен концептуален фреймуърк, интегриращ приложения с възможности за визуализация и цифрова сигнална обработка на радарграми с графичен и уеб базиран интерфейс. Необходимостта подобен отворен софтуерен проект да бъде обособен се налага поради факта, че съществуват редица професионални софтуерни пакети с отворен код, разпространявани от водещи университети или лаборатории и независими изследователски институти, разработвани в различни периоди от време още от началото на 70-те години. Въпреки универсалността и практически пълната функционалност, които тези инструменти предоставят, те изискват високо ниво на професионални компетенции от ползващите ги (геоложки знания, техническа грамотност и високо ниво на компютърни познания), като така се ограничава възможността по-широк кръг потребители и специалисти да могат да се възползват от техните възможности. Предвид придобилата мащабна популярност на използване на софтуер с отворен код, интеграцията на подобни продукти в единна уеб базирана система значително ще улесни работата на специалисти, занимаващи се с георадарни и др. геодезични проучвания. Формулирането на основните функционални елементи и слоеве на една такава система [5] ще бъде от съществено значение при разработването ѝ.

Налични продукти за обработка на GPR сигнали с отворен код

От направените проучвания може да се заключи, че съществуват редица оригинални софтуерни приложения с отворен код, които се разпространяват безплатно от различни университети и лаборатории в областта на геологията и сеизмологията. Seismic Unix е вероятно най-пълният софтуерен пакет, позволяващ прецизната обработка, визуализация и моделиране на сеизмологични данни, симулационно заснемане на радарграми и др. Това което прави уникални софтуерните приложения, разработвани за употреба в Unix операционни системи е тяхната модулност. За разлика от Windows, където повечето софтуер представлява монолитен блок от код и приложни функции, Unix програмният модел има за цел да създава малки добре работещи приложения, обменящи данни помежду си чрез системните интерфейси на операционната система. Това прави този подход уникален и съдейства за неговото устойчиво развитие. Също така Linux базираните системи с уеб интерфейс могат еднакво добре да се възползват от този подход като така обработката, съхраняването и визуализацията на радарграмите може да бъде извършвано от различни приложни инструменти, като интерфейса с потребителя да бъде изцяло уеб базиран. Този метод би позволил множество потребители да се възползват от подобен род услуга, като могат на база свои потребителски акаунти да качват радарграми, направени на терен през мобилните си телефони и още бидейки на терена да извършват предварителен анализ на радарграмите. Използването на интегриран подход ще позволи решаването на редица проблеми, свързани с пренасянето на данни между различни оператори и специалисти, занимаващи се с последващата експертиза, като така те ще могат да работят отдалечено. Интегрирането на софтуерни инструменти в единна система ни позволява да използваме добре доказали се програми за конвертиране на данни, нормиране, статистическа обработка, цифрова сигнална филтрация, спектрален анализ, време честотен и пространствен честотен анализ, уейвлет анализ, многопараметричен модел за разпознаване на обекти и др. да бъдат свързани в единен графичен интерфейс. Например, за моделиране на радарграми би могло да се ползва програмен модули, като GrpMax [2] разработен в университетът в Единбург, а за визуализация на 2D радарграми да се използва възможностите на Gnuplot [3], който се използва и от програмния продукт за моделиране Octave, а също така и от самия Seismic Unix. За генериране на 3D изображения с различни разрези при моделиране на тримерни геоложки структури от набор радарграми е възможно да се използва openDX (разработван от IBM, като приложението Data Explorer в последствие пуснато, като приложение с отворен код) [6]. Подобен подход е използван при реализацията на

проекта openGPR [4] (фиг. 1), като в него чрез използването на програмния език Python с интегрирана възможност за създаване на потребителски бази данни с SQLite (също софтуер с отворен код).

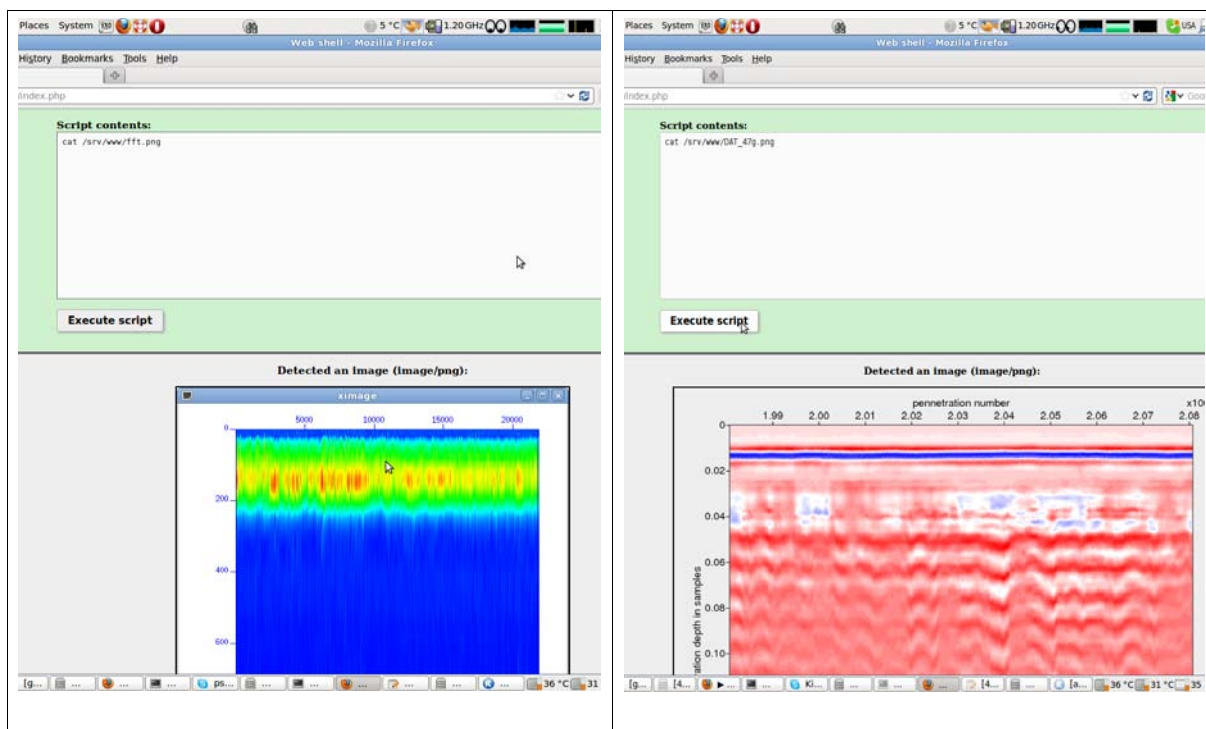


Фиг. 1. Екранен изглед на openGPR

Уеб базиран интерфейс

Повечето от гореизброените приложения изискват от потребителя като минимум едни добри познания на операционната система Linux с умения за инсталиране и актуализиране на пакети, а също така и компилация на редица програми. Макар тези приложения да са добре документирани е невъзможно те да получат масова популяризация сред специалистите, занимаващи се с обработка на радарграми поради сравнително дългия цикъл на усвояване на знанията. Също така при цифровата сигнална обработка прилаганите методи често са достатъчно сложни (например, Радон трансформация, FK трансформация, спектрален анализ по дълбочина, време и пространство), че да не позволят на обикновения потребител да разбира и правилно да използва определени възможности. Още повече, че болшинството подобни инструменти изискват активна работа от оператора чрез въвеждане на команди през терминала на системата. Ето защо, интеграцията на подобни отворени пакети за обработка, съхраняване, визуализация и моделиране следва да става при наличие на достатъчно опростен графичен интерфейс за крайния потребител. Предвид широката достъпност на уеб браузърите, практически всеки модерен компютър, таблет и дори телефон има такава възможност и може да се счита, че уеб базирания подход ще разшири потенциалния кръг потребители на подобна система. Още повече, че редица видове обработка на сигналите изисква значителна изчислителна мощност от компютърните системи, върху които това се извършва, особено в голяма степен това касае моделирането на изкуствени радарграми по предварително зададен модел. Далеч по-удобен подход е данните от подобни измервания да бъдат съхранявани и обработвани централизирано, а техните потенциални потребители, учаци и граждани да могат да получават достъп през уеб портал. Този подход ще позволи също така и да се направят различни типове визуализации за обикновени и напреднали потребители. Също така уеб базирания подход от типа социална мрежа ще даде възможност на студенти, учаци и експерти да коментират съвместно конкретни обекти на изследването. Нещо повече, това ще позволи създаването на динамична във времето картина за състоянието на редица земно-насищни съоръжения, в частност язовирни стени и речни диги. Това ще подобни инфраструктурата относно преимуществата на тази нова технология и също така ще създаде предпоставка за обмен на добри практики, касаещи поддръжката на тези обекти. Намирайки се на един първи етап от прототипирането, наличният към момента уеб базиран интерфейс позволява еднопотребителска обработка и визуализация на данни от радарграма (фиг. 2). Функционално към настоящия момент потребителят въвежда командите, които се изпращат към сървъра и обработения резултат бива визуализиран в уеб страницата.

Предвижда се този интерфейс да поддържа и готови визуални контроли като падащи списъци с опции и виртуален визуален редактор на изискваните от потребителя последователности от операции.



Фиг. 2. Уеб базиран интерфейс за обработка и визуализация на трансформирани радарграми — ляво, и радарграми — дясно

Заклучение

Извършеното проучване на наличните към момента инструменти и програми с отворен код позволяват създаването на система за обработка, анализ, съхраняване и визуализация на данни от георадар с уеб базиран интерфейс. При определяне на изискванията към системата са спазени следните изисквания: абсолютно всички продукти да се разпространяват като приложения с отворен код и да се разпространяват безплатно; абсолютно всички приложения да са обект на дългогодишна разработка и употреба от научни институти и индивидуални потребители по света; разработеният експериментален програмен модул също представлява приложение с отворен код. Ползваният подход ще позволи при бъдещо развитие на системата да бъдат интегрирани независимо разнообразни библиотеки и програми за обработка на радарграмите включително и 3D визуализация. Избраният подход ще съдейства за популяризиране на GPR метода за неговото бъдещо мащабно използване при обследване на земно-насипни съоръжения - речни диги и язовирни стени, като така ще се подобри и информираността на населението и общините относно актуалното състояние на обектите, находящи се на тяхна територия.

Благодарности: Настоящата работа е осъществена с финансовата помощ на ФНИ към МОМН (договор ДФНИ-М01/9/22.11.2012 г.).

Литература:

1. Б е р б е р о в а, Р. 2011, „Аналитичен обзор на природните бедствия по света“, Сборник с доклади от научна конференция с международно участие “Космос, екология, нанотехнологии, сигурност” SENS’2010. БАН. 321-327
2. Antonis Giannopoulos, GprMax2D/3D User's Manual 2005
3. Philipp K. Janert, Gnuplot in Action Understanding Data with Graphs, Manning Publications 2009
4. <http://opengpr.sourceforge.net/old/>
5. Андонов, Ф., Петров, „Концептуален фреймуърк за интелигентна охранителна сензорна мрежа, Конференция НБУ 2010г.
6. Петров, Г., В. Сергиева, Р. Берборова, „Софтуерни приложения за обработка и визуализация на сигнали от георадар“, Годишник на ТУ-София 2013