

K-EMS DB* 기능 안내

*KIGAM Engineering Strong Motion DataBase

2022-12-30 KIGAM 지진연구센터

1. K-EMS DB

‘지진분석정보’ 하위메뉴 중 ‘K-EMS DB’ (KIGAM Engineering Strong Motion DataBase) 메뉴를 중점적으로 소개한다. ‘K-EMS DB’는 KG61에서 관측된 강지반운동(가속도)의 가공 및 내려받기 기능을 제공하는데 공학분야 연구, 실무 접근성 및 활용성 증대를 목적으로 한다.

‘K-EMS DB’는 정규화 Arias intensity 개념(Arias 1970)을 활용하여 관측소 단위로 지반운동 에너지가 집중된 관측 시간대를 추출하고 일련의 전처리(pre-processing) 절차를 적용한 [가공자료]와 이를 적용하지 않은 [원시자료]가 제공된다. 개별 관측기록은 사용자가 신호처리 기법 및 변수를 직접 설정하여 가공하고 내려받을 수 있다.

2. [원시자료], [가공자료]의 추출, 기본 가공, 검색 및 데이터 형식

2.1 연속파형 원시자료로부터 이벤트파형 [원시자료] 추출

기상청 날씨누리(<https://www.weather.go.kr/>)에 게시된 국내 지진목록에 기초하여 KG61 전체 관측소의 진원시 이후 600초 동안의 가속도 관측기록을 연속파형 원시자료로부터 일괄 추출하였다. 이후, 개별 가속도 관측기록의 정규화 Arias intensity (Arias 1970) 1-99% 수준을 지진 이벤트 신호 구간으로 설정하고, 전후 각 15초 잡음 구간을 추가하여 이벤트파형 [원시자료]를 최종 추출하였다. 전후 잡음 구간 추가 및 Arias intensity 수준의 범위는 P파 및 Code파에 이르기까지 전체 파형을 충분히 포함하도록 고려하였다. 3성분 동일 시간축을 적용하였으며, 규모 3.0 미만, 진앙거리 500 km 이상 관측기록 및 신호대잡음비(SNR) 2.7 미만 기록은 배제하였다. SNR은 잡음 구간의 RMS와 신호 구간의 RMS의 비(노명현 등 2003)로 결정하였는데, 다소 보수적으로 설정하여 유의미한 관측기록을 선별하여 제공하고자 하였다.

2.2 이벤트파형 [가공자료] 생성

파이썬 기반 전처리 기법을 다음 순서와 같이 추출된 이벤트파형 [원시자료]에 적용하였다. 적용대상은 100 sps 관측기록에 국한하였다.

2.2.1 DC 제거 및 Cosine taper

DC 제거(파이썬 라이브러리인 obspy에서 제공하는 detrend 함수[linear] 활용) 후 신호 양 끝단에 Cosine taper (half)를 적용하였고, 신호 전체의 2%에 해당하는 길이(앞뒤 각 1%)만큼 나누어 적용하였다.

2.2.2 Acausal Butterworth 대역통과 필터

필터 적용을 위해 Zero padding을 전체 신호의 데이터 개수가 2의 n승에 맞추어지도록 양 끝단에 실시하였다. 이후 전체 신호의 FFT (fast Fourier transform)를 수행하고, acausal Butterworth 대역통과 필터(high-pass [low-cut] and low-pass [high-cut] corner frequencies: 0.1 Hz and 25 Hz, 차수: 2차)를 적용하였다. 이후 역 FFT를 취하여 시간이력을 획득하였다. 주파수 영역에서 신호대잡음비 수준에 기반한 배경잡음 제거는 별도로 수행하지 않았다.

2.2.3 기본선 보정(baseline correction)

기본선 보정은 가속도를 두 번 적분하여 계산되는 변위가 0으로 수렴되도록 보정하는 작업을 의미한다. 기본선 보정은 다음의 과정을 거쳤다.

- 1) 양 끝단에 추가되었던 zero padding 제거 후 가속도 시간이력의 앞뒤 1%씩 cosine taper (half) 적용
- 2) 가속도 시간이력을 한 번 적분하여 속도 시간이력 계산
- 3) 속도 시간이력에 맞는 4차 다항식 계산
- 4) 결정된 4차 다항식에 의한 속도 시간이력을 기존 속도 시간이력에서 제거
- 5) 수정된 속도 시간이력을 미분하여 가속도 시간이력 생성

2.3 가속도 관측기록 상세 검색 기능

가속도 관측기록의 검색 기능을 제공한다. 다음 검색 조건의 개별 혹은 복합 조합을 통한 상세 검색이 가능하다.

- 지진 이벤트: 기간, 규모, 진앙, 진원 깊이
- 관측소: 관측소 직접 선택, 위경도에 따른 위치(범위 혹은 중심 반경)
- 관측 기록: 진앙거리, 수평방향 PGA, 수직방향 PGA, 센서 유형(지표형 혹은 시추형)

향후 관측소 지반분류에 따른 검색 조건을 추가할 예정이다. 수평/수직 PGA의 수준은 [가공기록]에 기초한다.

2.4 [원시자료] 및 [가공자료]의 제공 데이터 형식

전처리 과정을 적용하지 않은 이벤트파형 [원시자료]는 물리값 변환 역시 수행하지 않았으며, 기록계에 기록된 count값을 miniSEED 형식으로 제공한다.

전처리 과정이 적용된 이벤트파형 [가공자료]는 count값의 물리값 변환이 수행되었으며 ASCII 데이터 형식의 파일로 내려받을 수 있다. 파일은 헤더와 데이터로 구성하여 사용자 가독성과 프로그래밍 호환성을 높이하고자 하였다. 헤더에는 지진 이벤트 정보, 관측소 및 센서 정보, 관측기록 정보, 적용된 신호처리 정보 등이 포함된다. 동서(ew), 남북(ns), 수직(ud) 방향 3성분 관측기록이 동시에 각기 다른 파일로 내려받을 수 있다.

3. 사용자 요청 기반 신호처리 기능

가속도 관측기록 검색 결과의 최 우측 열에는 개별 관측기록마다 신호처리 ‘열기’ 버튼이 제공된다. 클릭 시 새로운 팝업 페이지가 등장하여 사용자 요청에 따른 개별 가속도 관측기록의 신호처리가 가능하다. 1번 항목은 2.1절에 의해 추출된 시간이력의 길이 범위 내에서 관측기록의 시작과 끝 시간을 조절할 수 있는 기능이다. 2번부터 5번 항목은 앞서 2.2절에서 설명한 전처리 기법과 동일한 기법 및 흐름이며, 예시(placeholder)로 [가공자료] 생성에 사용된 변수들이 보여진다. 특정 항목의 활성화를 해제하면 해당 절차는 신호처리에 적용되지 않는다.

활용 목적 설문 입력 후 ‘실행’ 버튼을 클릭하면 우측 그래프에 처리된 데이터가 검은색으로 표시된다. 기존 적색은 2.1절의 [원시자료]에 DC를 제거(파이썬 라이브러리인 `obspy`에서 제공하는 `detrend` 함수[linear] 활용)한 데이터로 신호처리 전후 비교를 위하여 나타내었다. 그래프는 반응형으로 확대, 축소 등이 가능하다. 신호처리된 가속도 관측기록으로부터 생성한 속도, 변위 시간이력 및 가속도 응답스펙트럼을 그래프로 확인할 수 있고, 각 기록은 3성분을 동시에 내려받을 수 있다.

참고문헌

- 노명현, 최강룡, & 윤철호 2003. 응답스펙트럼 계산을 위한 잡음기준. 한국지진공학회 춘계학술대회 논문집
- Arias, A., 1970. A measure of earthquake intensity, in Seismic Design for Nuclear Power Plants, R. J. Hansen (ed.), The MIT Press, Cambridge, MA, 438 - 483.