

관측 자료 QC 및 분석을 위한 ObsStation 사용자 매뉴얼

2024.12.

차례

I. IWMP 모니터링 자료 QC 및 분석	6
1. 환경 설정 및 자료 준비	6
가. 모델링 환경 설정	6
2. 환경 설정 및 자료 준비	7
가. 프로젝트 폴더 생성	7
3. 설정파일 수정	8
가. 설정파일(ObsStation-iwmp.yaml) 파일 수정	8
4. 실행파일(ObsStation-iwmp.R) 함수 실행	10
가. RStudio에서 실행파일 열기	10
나. IWMP 자료 다운로드	10
다. IWMP 자료의 시계열 자료로의 포맷 변환	12
라. 계측기별 자료의 QC 및 결측자료 보간	12
마. 계측기별 자료의 시간규모 변환 및 분석	13

그림 차례

〈그림 1〉 압축 파일을 이용한 패키지 설치 예시	6
〈그림 2〉 계측기 리스트 테이블 예시	10

관측 자료 QC 및 분석을 위한 ObsStation 사용자 매뉴얼

ObsStation 패키지는 유역통합모니터링플랫폼(Integrated Watershed Monitoring Platform: IWMP)으로부터 다운로드 받은 계측기별 자료의 포맷을 변경하고, 이상치 및 결측치 처리를 거쳐 자료의 기초적인 분석을 수행하기 위해 개발되었다. 계측기는 자동기상계측기, 초음파수위계, 레이다유량계, 다층토양수분계, 지하수위계를 포함한다. 자료의 분석은 초음파수위계의 경우 수위값과 수위별 유량값으로 구성된 레이팅 테이블을 이용하여 유량을 환산할 수 있으며, 레이다유량계의 경우에는 시간별 수위값과 유속값으로부터 유량을 환산한다.

I. IWMP 모니터링 자료 QC 및 분석

1. 환경 설정 및 자료 준비

가. 모델링 환경 설정

○ R 최신버전 설치

– 아래 링크에서 R (윈도우용) 다운로드 및 설치

- 다운로드 링크: <https://cran.r-project.org/bin/windows/base/>

○ RStudio 설치

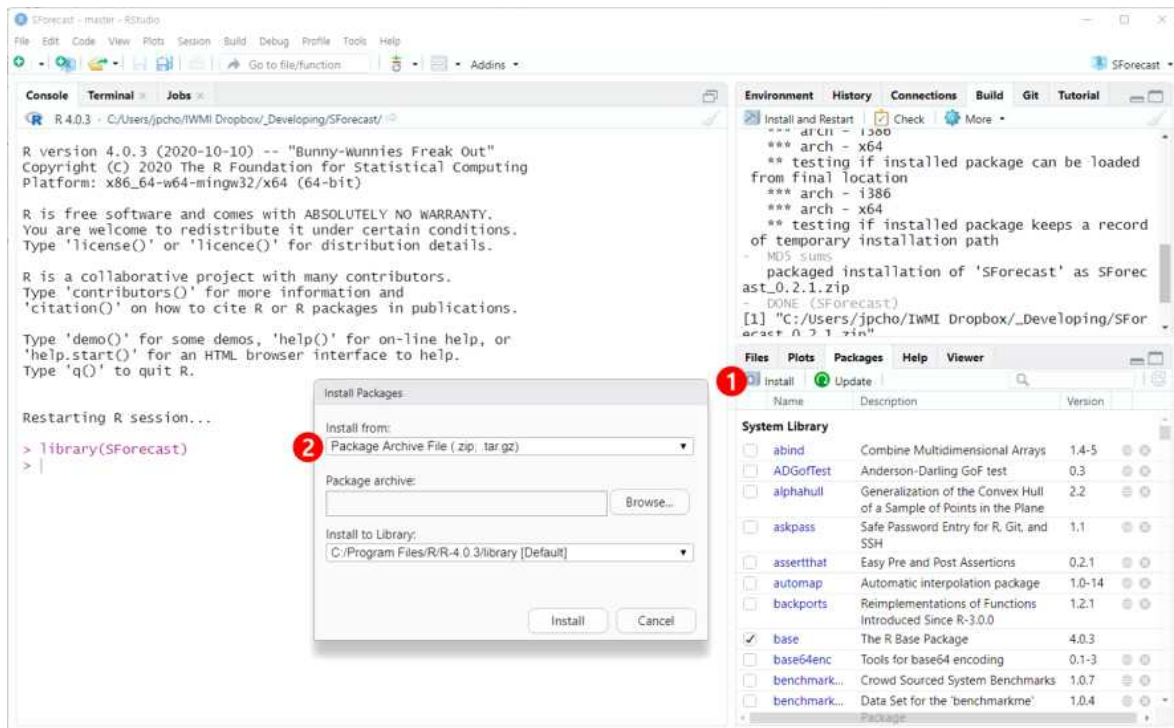
– 아래 링크에서 R (윈도우용) 다운로드 및 설치

- 다운로드 링크: <https://www.rstudio.com/products/rstudio/download/>

○ ObsStation 패키지 설치

– ObsStation 패키지는 CRAN에 등록되어 있지 않기 때문에 제공된 패키지 파일을 이용하여 설치해야 한다. (패키지 파일은 zip 또는 tar.gz 형식으로 되어 있으며, 매뉴얼의 패키지 버전과 동일한 설치파일을 설치함)

– 아래 그림과 같이 RStudio의 packages 탭의 install 버튼을 누르면 나타나는 창에서 Install from 항목에서 Package Archive File을 선택 시 팝업되는 창에서 제공된 패키지 파일을 선택하여 설치한다.



<그림 1> 압축 파일을 이용한 패키지 설치 예시

2. 환경 설정 및 자료 준비

가. 프로젝트 폴더 생성

○ 프로젝트 폴더, 설정파일(yaml) 및 구동파일(R) 생성

- RStudio를 열어 하단의 콘솔에서 아래의 라인을 복사 한 후 prjdir 항목을 원하는 폴더로 설정한 후 순차적으로 모든 라인을 실행한다.

```
prjdir <- ""I:/01_CLWM/IWMP"
library(ObsStation)
ObsStation::Create.Default.Directory (prjdir, dbdir=NULL, obs.type="iwmp")
```

- 코드 다운로드: http://shared.iwmi.kr:48080/permanent/ObsStation/project_setting.R
- prjdir는 프로젝트 폴더로 존재하지 않는 경로를 지정하면 해당 폴더가 자동으로 생성된다.
- Create.Default.Directory(prjdir, dbdir=NULL, obs.type="iwmp") 함수는 사용자가 지정한 prjdir 폴더를 생성하고, prjdir 폴더에 실행파일(ObsStation-iwmp.R) 및 설정파일(ObsStation-iwmp.yaml)을 생성한다. 또한 유역통합모니터링플랫폼(Integrated Watershed Monitoring Platform, IWMP)에서 다운받는 관측소 및 단면(Cross-section) 자료 저장을 위한 "00_station-info" 폴더와 관측 자료를 다운로드할 "01_download"를 자동 생산한다.

3. 설정파일 수정

가. 설정파일(ObsStation-iwmp.yaml) 파일 수정

- RStudio에서 사용자 지정 프로젝트 폴더(prjdir)에 자동으로 저장된 설정파일(ObsStation-iwmp.yaml)을 열어 사용자 상황에 맞게 항목들 수정한다.
 - Default Configuration 부분은 자동으로 설정된 부분으로 변경할 필요가 없다.
 - 관측소 자료 및 단면 자료를 IWMP로부터 다운로드 받아 00_station-info 폴더에 저장할 때 기존 파일에 덮어쓰기를 하는 경우 Default Configuration 부분을 변경할 필요가 없다.

```
##### Default Configurations#####
prjdir: I:/01_CLWM/IWMP
station.file: station-list.csv
cross.rect.file: cross-section_rectangle.csv
cross.tri.file: cross-section_triangle_.csv
cross.trape.file: cross-section_trapezoid.csv
cross.circle.file: cross-section_circle.csv
cross.table.file: cross-section_table.csv
rating.table.file: rating_table.csv
##### User Input #####
start_year: 2024
end_year: 2024
sensor.type:
- all
  # - cws
  # - gwl
  # - msm
  # - pfs
  # - rfm
  # - uwl
station.ids:
- all
  # - SAMAN003R
cws_max_na_length: 24
gwl_max_na_length: 7
msm_max_na_length: 24
msm_moist_stdv: 0.1
msm_temp_stdv: 0.1
pfs_max_na_length: 0
rfm_max_na_length: 288
rfm_cor_coeff_thold: 0.002
uwl_max_na_length: 288
uwl_depth_stdv: 0.1
##### End of File#####
```

- 변수별 의미 및 주의 사항은 아래와 같음

- prjdir: 프로젝트 최상위 폴더 위치

- station.file: 계측기 리스트 파일명
- cross.rect.file: 유량계산을 위한 사각형 단면 정보 파일명
- cross.tri.file: 유량계산을 위한 삼각형 단면 정보 파일명
- cross.trape.file: 유량계산을 위한 사다리꼴 단면 정보 파일명
- cross.circle.file: 유량계산을 위한 원형 단면 정보 파일명
- cross.table.file: 유량계산을 위한 비정형 단면 테이블 파일명
- rating.table.file: 유량계산을 위한 rating 테이블 파일명
- start_year: 분석 시작 연도
- end_year: 분석 마지막 연도
- sensor.type: 계측기 유형 코드
 - all: 다운로드 폴더 내에 있는 모든 계측기 종류를 일괄 분석 시 선택 (권장)
 - cws: 자동기상계측기 (Compact Weather Station)
 - gwl: 지하수위계 (Ground Water Level)
 - msm: 다층토양수분계 (Multi-layer Soil Moisture)
 - pfs: 관유량계(소형) (Pipe Flowmeter: Small)
 - rfm: 레이더유량계 (Radar Flow Meter)
 - uwl: 초음파수위계 (Ultrasonic Water Level)
- station.ids: 계측기 고유번호(ID)
 - all: 다운로드 폴더 내에 있는 모든 계측기에 대해 일괄 분석 시 선택 (권장)
 - SAMAN003R: 특정 계측기 ID (예시)
- cws_max_na_length: 자동기상계측기 자료의 보간을 위한 최대연속결측 갯수 (자동기상관측기의 경우 시간단위 자료임, 24 선택시 하루를 의미하며 24개보다 많은 결측은 보간을 수행하지 않음)
- gwl_max_na_length: 지하수위계 자료의 보간을 위한 최대연속결측 갯수 (지하수위계의 경우 일단위 자료임, 7 선택시 일주일을 의미함)
- msm_max_na_length: 다층토양수분계 자료의 보간을 위한 최대연속결측 갯수 (다층토양수분계의 경우 시간단위 자료임, 24 선택시 하루를 의미함)
- msm_moist_stdv: 다층토양수분계의 토양수분 값의 Outlier 결정을 위한 계수 (토양수분 값의 일별 24개 자료를 이용하여 계산한 표준편차를 평균값으로 나눈 값으로, 제시된 값 (0.1) 보다 큰 경우 NA로 처리함)
- msm_temp_stdv: 다층토양수분계의 토층온도 값의 Outlier 결정을 위한 계수 (토층온도 값의 일별 24개 자료를 이용하여 표준편차를 평균값으로 나눈 값으로, 제시된 값 (0.1) 보다 큰 경우 NA로 처리함)
- pfs_max_na_length: 관유량계 자료의 보간을 위한 최대연속결측 갯수 (관유량계 자료의 경우 일단위 자료임, 0 선택시 보간을 수행하지 않음)

- rfm_max_na_length: 레이다유량계 자료의 보간을 위한 최대연속결측 갯수 (레이다유량계의 경우 5분단위 자료임, 288 선택시 하루를 의미함)
- rfm_cor_coeff_thold: 레이다유량계의 수위 및 유속값의 Outlier 결정을 위한 상관계수 변동량의 Threshold 값
- uwl_max_na_length: 초음파수위계 자료의 보간을 위한 최대연속결측 갯수 (초음파수위계의 경우 5분단위 자료임, 288 선택시 하루를 의미함)
- uwl_depth_stdv: 초음파수위계의 Outlier 결정을 위한 계수 (수위값의 일별 288개 자료를 이용하여 표준편차를 평균값으로 나눈 값으로, 제시된 값 (0.1) 보다 큰 경우 NA로 처리함)

4. 실행파일(ObsStation-iwmp.R) 함수 실행

가. RStudio에서 실행파일 열기

○ 실행파일(ObsStation-iwmp.R) 파일 열기

- 앞서 설정한 prjdir 폴더에 위치한 실행파일을 RStudio에서 연다.

○ 환경변수(EnvList) 업데이트

```
prjdir <- "I:/01_CLWM/IWMP"
library(ObsStation)
ObsStation::Install.Required.Packages()

# 0. Edit user input part of ObsStation-iwmp.yaml and upload to EnvList
EnvList <- ObsStation::Set.Working.Environment(obs.type="iwmp", envfile = file.path(prjdir, "ObsStation-iwmp.yaml"))
```

- 실행파일에는 앞서 디폴트 폴더 생성을 위해 사용되었던 코드가 반복적으로 위치하고 있으며, 이는 향후 실행파일과 설정파일 세트를 식별하기 위함이다.
- 앞서 수정된 설정파일(.yaml)의 값이 변경되는 경우 EnvList 라인을 다시 실행하여 이후 함수를 실행하기 전에 관련 값을 업데이트해야 한다.

나. IWMP 자료 다운로드

```
# 1. Export data from IWMP (http://monitoring.iwmi.co.kr/) by manually
```

○ 계측기 리스트 파일

- 계측기 리스트 파일은 통합유역모니터링플랫폼(IWMP, Integrated Watershed Monitoring Institute) 웹사이트 (<http://monitoring.iwmi.co.kr/>)에 로그인하여 좌측 상단의 메뉴에서 “계측기 관리” → “계측기 목록 관리”를 클릭한 후 테이블 상단의 “전체 CSV Export” 메뉴를 클릭하여 저장할 수 있다.

- 파일은 prjdir 폴더 아래의 "00_station-info" 폴더에 "station-list.csv" 파일에 덮어 쓰면 된다.

- 계측기 리스트 테이블 구성은 아래 그림과 같다.

번호	센서유형	계측기ID	모뎀번호	최초설치일	초기회말차	지역관리사사용자	비고	위도	경도	고도(m)	기준고도(m)	단면유형	보정계수	사용/유지	
1	레이더유량계	PDAR003R	1227930503	2024-01-12	2024-01-17 11:08	IWMI	PDAR	영동저수지	36.89571	127.5656	0	2.28	table	0.85	T
2	레이더유량계	PDAR004R	1227930507	2024-01-12	2024-01-17 10:57	IWMI	PDAR	백곡저수지	36.86897	127.414	0	1.65	rectangle	0.85	T
3	레이더유량계	PDAR005R	1227930510	2024-01-12	2024-01-17 10:56	IWMI	PDAR	백곡저수지	36.86897	127.414	0	1.7	rectangle	0.85	T
4	레이더유량계	PDAR006R	1227930502	2024-02-29	2024-01-17 10:56	IWMI	PDAR	상기저수지	36.72793	127.6195	0	1.62	table	0.85	T
5	레이더유량계	PDAR007R	1227930511	2024-02-29	2024-02-06 6:58	IWMI	PDAR	한계저수지	36.60078	127.56	0	1.598	triangle	0.85	T
6	레이더유량계	PDAR001R	1227930504	2024-02-15	2024-02-15 6:58	IWMI	PDAR	광혜저수지	37.00643	127.4341	0	5.77	table	0.85	T
7	레이더유량계	SAMAN004R	1232747126	2024-07-11	2024-07-11 17:58	IWMI	SAMAN	보령저수지 2차점	36.41022	127.7333	0	1.317	circle	0.85	T
8	레이더유량계	SAMAN002R	1232747123	2024-07-11	2024-07-11 17:58	IWMI	SAMAN	상원저수지 3차점	36.28433	128.0863	0	1.048	trapezoid	0.85	T
9	레이더유량계	SAMAN001R	1207944761	2024-07-11	2024-07-11 17:58	IWMI	SAMAN	용담저수지 1차점	36.98562	127.799	0	1.062	rating	0.85	T
10	레이더유량계	SAMAN005R	1232747127	2024-07-11	2024-07-11 17:58	IWMI	SAMAN	용담저수지 2차점	36.9757	127.7751	0	1.135	rectangle	0.85	T
11	레이더유량계	SAMAN007R	1232747130	2024-07-11	2024-07-11 17:58	IWMI	SAMAN	상원저수지 1차점	36.29183	127.9460	0	0.919	rectangle	0.85	T
12	레이더유량계	SAMAN006R	1232747128	2024-07-11	2024-07-11 17:58	IWMI	SAMAN	상원저수지 2차점	36.33182	128.0725	0	1.078	rectangle	0.85	T
13	레이더유량계	SAMAN003R	1232747124	2024-07-11	2024-07-11 17:58	IWMI	SAMAN	보령저수지 1차점	36.4873	127.7054	0	1.136	rectangle	0.85	T
14	조분파수계	PDAR008L	1237380190	2024-01-12		IWMI	PDAR	상기저수지	36.72375	127.621	0	2.95	table	1	T

〈그림 2〉 계측기 리스트 테이블 예시

○ 단면 정보 파일

- 유량계와 수위계의 경우 계측되는 수위 및 유속 자료로부터 유량을 계산하기 위해서는 계측기가 설치되어 있는 지점의 단면(cross section) 정보가 필요하다.

- IWMP에서 단면 정보의 신규 입력 및 수정은 계측기별 "단면유형"에 해당되는 셀에서 단면 유형을 선택시 나타나는 팝업창에서 입력 또는 수정할 수 있다.

- 단면의 유형은 사각형(rectangle), 삼각형(triangle), 사다리꼴(trapezoid), 원형(circle), 하천에서와 같이 비정형 단면을 고려할 수 있다. 비정형 단면의 경우에는 좌안으로부터의 거리와 그에 따른 고도(elevation)를 절대값 또는 상대값 중 선택하여 테이블 형태로 입력하여 사용한다. (절대값은 해수면 기준 고도값을, 상대값의 경우는 최저 바닥으로부터의 높이를 사용함)

- 단면 유형별 DB 파일은 사각형, 삼각형, 사다리꼴, 원형, 비정형에 대해 각각 "cross-section_rectangle.csv", "cross-section_triangle.csv", "cross-section_trapezoid.csv", "cross-section_circle.csv", "cross-section_table.csv"을 각각 사용한다. 파일의 포맷은 샘플로 제공된 파일을 참고한다.

○ 계측기별 관측 자료 다운로드

- 계측기별 관측 자료는 IWMP 좌측 상단 메뉴에서 "데이터관리" 메뉴를 클릭 시 나타나는 계측기 유형을 선택하여 자료를 다운로드 받을 수 있다.

- 계측기 자료는 좌측상단에 위치한 "전체 Export"를 클릭하여 prjdir 폴더 아래에 위치한 "01_download" 폴더에 저장한다.

- 계측기별 자료는 계측기별 자료 테이블에서 오른쪽 마우스 클릭을 통해서 파일을 저장하여 사용할 수 있으나, "전체 Export"를 통해 모든 계측기를 일괄적으로 다운로드 받아 사용하는 것을 권장한다.

다. IWMP 자료의 시계열 자료로의 포맷 변환

○ 자료의 포맷 함수 실행

- 자료의 포맷은 아래의 함수를 실행하여 변환이 가능하다.

```
# 2. Extract and change format for each station  
iwmp.convert.exported.data.to.station.data (EnvList)
```

- 자료 포맷 변환의 결과는 prjdir 폴더 아래의 “02_extracted.station” 폴더에 계측기별 시계열 자료로 저장된다. 자료의 변환은 앞서 다운로드 받은 연도별 자료를 모두 읽어서 계측기별로 모든 기간이 포함된 하나의 파일로 변환하여 저장 된다.
- 예시로 “msm-PDEL001C-20240131_20241009.csv” 파일의 경우 다층토양수분계(msm)의 PDEL001C 계측기에 대한 자료로서 2024년 1월 31일 이후부터 2024년 10월 9일까지 자료가 존재함을 의미한다.

라. 계측기별 자료의 QC 및 결측자료 보간

○ 자료의 Quality Control (QC)

- 자료의 QC 및 결측자료 보간은 아래 함수를 실행하여 수행한다.

```
# 3. QC: remove outlier and interpolate NAs  
iwmp.quality.control.station.data (EnvList)
```

- QC는 계측기로부터 IWMP에 수집된 자료 중에서 계측 시점의 상황에 따라서 이상치가 저장될 수 있는데, 결측자료를 보간하기 전에 이상치 값을 NA로 처리하는 과정이 필요하다.
- 기본적으로 계측기별 자료에서 물리적으로 불가능한 범위에 해당되는 값들은 NA로 처리하고 있으며, 계측기 유형별로 이상치와 실제 관측값 사이의 구분은 아래와 같이 수행한다.
- 관유량계(pfs)의 경우는 일단위 자료로서 자료의 특성에 따라서 접근 방법을 달리해야 한다. 예를들어 논에서의 관개량을 계측한 경우에는 특정 일에만 관개를 수행하기 때문에 이상치와 관측치를 구분하기 어려울 수 있다. 하지만 유량값이 매일 존재며 일별 변화가 크지 않은 상황에서는 월별로 일단위 관측 유량 자료의 표준편차를 월평균으로 나눈 값(normalized standard deviation: NSD)이, 사용자가 제시한 기준값(####) 보다 크게 발생하는 경우에 값을 하나씩 제거하면서 NSD 값이 기준치 내로 들어올 때까지 수행함으로써 이상치를 제거한다.

- 지하수위계(gwl)의 경우는 일단위 자료로서 월별 NSD 값을 이용하여 관유량계와 동일한 방법을 이용하여 이상치를 결정한다.
- 다층토양수분계(msm)의 경우는 시간단위 자료로서 일별 자료의 NSD의 값을 이용하여 관유량계와 동일한 방법으로 이상치를 결정한다.
- 초음파수위계(uwl)의 경우는 5분단위 자료로서 일별 자료의 NSD의 값을 이용하여 다층 토양수분계와 동일한 방법으로 이상치를 결정한다.
- 레이다유량계(rfm)의 경우는 5분단위 자료로서 수위와 유속 사이의 상관계수(correlation coefficient)를 활용하여 이상치를 제거한다. 예를들어 수위값과 유속값이 쌍으로 존재하는 자료를 이용하여 상관계수(Correlation Coefficient)를 계산한 후 자료를 하나씩 제거하면서 상관계수가 증가가 가장 큰 값을 찾고, 제거 이전과 이후의 상관계수 차이가 제시된 threshold 값(0.002) 보다 큰 경우 동일 작업을 반복하며, 제시된 threshold 값 보다 작아지는 경우 이상치 제거를 멈춘다.

○ 결측자료 보간

- 이상치를 제거한 후 계측기별로 사용자에게 의해 정의된 자료 보간을 위한 최대연속결측 개수보다 결측값의 개수가 적은 경우 보간(interpolation)을 통해 결측값을 채운다.
- 이상치 처리 및 결측치 보간이 완료된 결과 파일들은 prjdir 폴더 아래의 "03_quality.control" 폴더에 저장된다.

마. 계측기별 자료의 시간규모 변환 및 분석

○ 아래 함수를 실행하여 시간규모 변환 및 분석을 수행한다.

```
# 4. Combine and summarize with graphs
iwmp.combined.summary.and.graphs (EnvList)
```

- 초음파수위계 및 레이다유량계의 경우에는 유량을 먼저 계산한 후 5분단위의 원자료로부터 일단위, 월단위 시간규모의 자료를 생산한다.
- 초음파수위계의 경우 계측된 수위 자료로부터 유량을 계산하기 위해서는 현장 조사를 통해 수집된 수위별 유량 자료를 테이블을 사용한다. 수위별 유량 자료 테이블은 IWMP의 계측기 목록에서 단면유형 칼럼을 클릭할 때 나타나는 그리드에서 저장하여 사용한다. 테이블의 파일명은 "rating_table.csv"을 사용하며 파일의 형식은 샘플로 제공되는 파일을 참고한다.
- 레이다유량계의 경우에는 계측된 수위별 유속 자료를 이용하여 수위에 해당되는 단면적을 먼저 계산한 후 유속에 단면적을 곱하여 유량을 계산한다. 다만 계측된 유속의 경우 표면유속의 값으로서 단면적에 대한 평균유속으로 환산하기 위해 보정계수를 추가로 곱

려한다.

- 마지막으로 계측기별로 일단위 및 월단위 시간규모로 자료를 생산한다. 생산된 파일들은 prjdir 아래의 "04_combined.summary" 폴더에 저장된다.