

한국한의학연구원, 구본초

통계 프로그래밍 언어

2020년도 1학기 충남대학교 정보통계학과 강의 노트



Contents

List of Tables	v
List of Figures	vii
Course Overview	ix
I Get Started	1
1 Introduction	3
1.1 R 설치하기	4
1.2 R 시작 및 작동 체크	14
1.3 R script 편집기 사용	17
1.4 RStudio	20
1.4.1 RStudio 설치하기	20
1.4.2 RStudio IDE 화면 구성	23
1.4.3 RStudio 환경 설정	29
1.4.4 RStudio 프로젝트	38
1.5 R 패키지	41
1.5.1 R 패키지 경로 확인 및 변경	42
1.5.2 R 패키지 설치하기	44
1.5.3 R 패키지 불러오기	45
1.6 R 기초 문법	46

1.7 R Markdown (맛보기)	50
--------------------------------	----

List of Tables

0.1 강의 계획표	xii
1.1 R help 관련 명령어 리스트	17



List of Figures

1.1	Windows에서 R 실행화면(콘솔 창, SDI 모드)	13
1.2	정규분포 100개의 히스토그램	16
1.3	cars 데이터셋의 speed와 dist 간 2차원 산점도: speed는 자동차 속도(mph)이고 dist는 해당 속도에서 브레이크를 밟았을 때 멈출 때 까지 걸린 거리(ft)를 나타냄.	19
1.4	RStudio 화면 구성 : 우하단 그림은 http://r-statistics.co/Top50-Ggplot2-Visualizations-MasterList-R-Code.html 에서 발췌	23
1.5	RStudio 콘솔창에서 명령어 실행 후 출력결과 화면	24
1.6	RStudio 스크립트 새로 열기	25
1.7	RStudio Environment 창 객체 상세 정보 및 스프레드 시트 출력 결과	26
1.8	R General option 팝업 창	30
1.9	R Markdown의 최종 결과물 산출과정 (http://r-project-reporting-template/)	51
1.10	test.html 문서 화면(저장 폴더 내 ‘test.html‘을 크롬 브라우저로 실행)	54



Course Overview



본 문서는 2020년도 1학기 정보통계학과에서 개설한 “통계 프로그래밍 언어” 강의를 위해 개발한 강의 노트이고 주 단위로 업데이트될 예정임. 본 강의 노트는 <https://zorba78.github.io/cnu-r-programming-lecture-note/> 에서 확인할 수 있고, 해당 페이지에서 pdf 파일 다운로드가 가능함. 본 문서는 Yihui Xie가 개발한 `bookdown` 패키지 (Xie, 2016)를 활용하여 생성한 문서이고 Google Chrome 또는 Firefox 브라우저에 최적화 됨. 아울러 충남대학교 정보통계학과 이상인 교수님의 2019년도 2학기 “통계패키지활용” 강의 노트와 동국대학교 ICT빅데이터학부 김진석 교수님의 R 프로그래밍 및 실습¹ 강의 자료 내용과 구성을 참고하여 작성함.

재택 수업 시 학생들이 사용하고 있는 컴퓨터의 인터넷 접속이 원활하다는 가정 하에서 강의를 진행할 예정이기 때문에 수강 시 온라인 상태 유지가 필수임.

강의소개

R은 뉴질랜드 오클랜드 대학의 Robert Gentleman 과 Ross Ihaka 가 AT&T 벨 연구소에서 개발한 S 언어를 기반으로 개발한 GNU 환경의 통계 계산 및 프로그래밍 언어이다. 현재 R 소프트웨어는 통계학 뿐 아니라 데이터 과학을 포함한 의학, 생물학 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며 특히 통계 소프트웨어 개발과 데이터 분석에 많이 활용되고 있다. 본 강의는 데이터 분석을 위한 R의

기초 문법과 통계학 입문에서 학습한 몇 가지 중요한 통계적 이론에 대한 시뮬레이션 방법을 다룬다. 아울러 R package를 활용한 데이터 핸들링 및 시각화 그리고 Rmarkdown을 활용한 재현가능(reproducible)한 문서 작성법에 대해 학습하고자 한다.

교과 목표

- R 기초 문법 습득
- R package를 활용한 데이터 핸들링 및 자료 시각화
- R 시뮬레이션을 통한 통계학 기초 이론 확인
- R을 이용한 데이터 분석 실습
- R markdown을 이용한 재현가능(reproducible)한 보고서 작성 방법
습득

선수과목

통계학 개론

수업 방법

- 강의: 50 %
- 실험/실습: 50%

평가방법

- 중간고사: 40 %
- 기말고사: 40 %
- 출석: 10 %
- 과제: 10 %

수업 규정

- 3번 지각은 1번 결석으로 처리
- 특별한 사유 없이 수업 중간에 이탈한 경우 결석으로 처리
- 특별한 사유로 인해 결석 또는 지각을 할 경우 사유를 증빙할 수 있는 서류 제출 시 출석으로 인정
- 출결 미달, 중간 또는 기말고사 미 응시인 경우 F 학점으로 처리
- 수업 중 휴대폰 및 각종 모바일 기기 사용 금지

교재 및 참고문헌

별도의 교재 없이 본 강의 노트로 수업을 진행할 예정이며, 수업의 이해도 향상을 위해 아래 소개할 도서 및 웹 문서 등을 참고할 것을 권장함.

참고 자료

- 실리콘밸리 데이터과학자가 알려주는 따라하며 배우는 데이터 과학 ([권재명, 2017](#))
- R을 이용한 데이터 처리&분석 ([서민구, 2014](#))
- R 그래픽스 ([유충현 et al., 2005](#))
- ggplot2: elegant graphics for data analysis² ([Wickham, 2016](#))
- R for data science³ ([Wickham and Grolemund, 2016](#))
- Statistical Computing with R ([Rizzo, 2019](#))

²<https://ggplot2-book.org/>

³<https://r4ds.had.co.nz/>

강의 계획

TABLE 0.1: 강의 계획표

주차	강의 내용	과제
Week 1	R 소개, R/R Studio 설치, R 패키지 설치, 과제 1 R 맛보기 및 markdown 문서 만들기	
Week 2	R 자료형: 스칼라, 벡터, 리스트	
Week 3	R 자료형: 행렬 및 배열	과제 2
Week 4	R 자료형: 팩터, 테이블, 데이터 프레임	
Week 5	R 자료형: 문자열과 정규 표현식	과제 3
Week 6	데이터 프레임 가공 및 시각화 I	
Week 7	데이터 프레임 가공 및 시각화 II	과제 4
Week 8	중간고사	
Week 9	데이터 프레임 가공 및 시각화 III	
Week 10	R 프로그래밍: 조건문, 반복문, 함수	과제 5
Week 11	통계시뮬레이션 I: 표본분포 및 중심극한정리	
Week 12	통계시뮬레이션 2: 신뢰구간과 가설검정	과제 6
Week 13	R을 이용한 기초통계 분석	
Week 14	R markdown 활용	과제 7
Week 15	기말고사	

Part I

Get Started



1

Introduction

1. R 프로그램

- 데이터 분석을 위한 자료 전처리, 통계 및 시각화를 지원하는 컴퓨터 언어 및 환경
- 1980년 AT&T 벨 연구소의 John Chambers가 개발한 S 언어를 기반으로 1995년 뉴질랜드 Auckland 대학의 통계학과 교수 Robert Gentleman과 Ross Ihaka 가 개발
- GNU¹ 기반의 오픈 소스
- 통계학, 전산학, 생물학, 의학 등 거의 모든 학문분야에서 분석도구로 활용되고 있고, 최근 data science 분야에서 널리 활용

2. R 언어의 특징

- 무료 소프트웨어
- CRAN (Comprehensive R Archive Network)²에서 배포
- 특정 vendor가 아닌 전 세계 연구자들이 개발한 알고리즘 및 최신 함수 활용 가능 (packaging system)
- 범용적으로 사용되는 거의 대부분의 운영체제 (Windows, Mac, Linux)에서 작동 가능

¹https://en.wikipedia.org/wiki/GNU_Project

²<http://cran.r-project.org/web/view>

- 방대한 개발 및 사용 생태계 형성
- 강력한 그래픽 기능



유용한 웹 사이트: R과 관련한 거의 모든 문제는 Googling (구글을 이용한 검색)을 통해 해결 가능(검색주제 + “in R” or “in R software”)하고 많은 해답들이 아래 열거한 웹 페이지에 게시되어 있음.

- R 프로그래밍에 대한 Q&A: Stack Overflow³
- R 관련 웹 문서 모음: Rpubs⁴
- R package에 대한 raw source code 제공: Github⁵
- R을 이용한 통계 분석: Statistical tools for high-throughput data analysis (STHDA)⁶

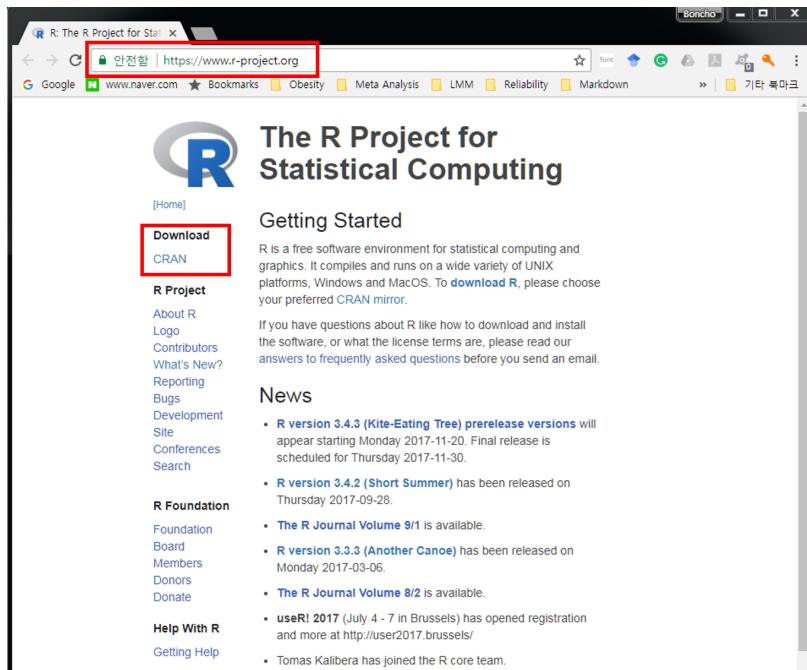
1.1 R 설치하기

R 다운로드 사이트: <https://www.r-project.org> 또는 <https://cran.r-project.org>

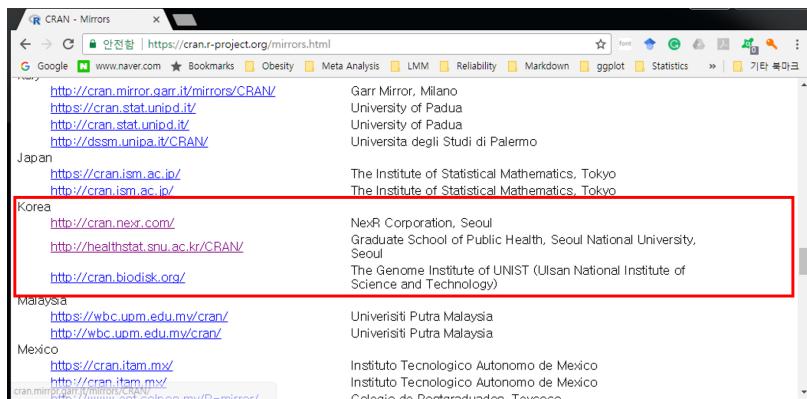
1. 웹 브라우저 (i.e. Explore, Chrome, Firefox 등)의 주소 입력창에 <https://www.r-project.org>
2. 좌측 R Logo 하단 Download 아래 CRAN 클릭

1.1 R 설치하기

5



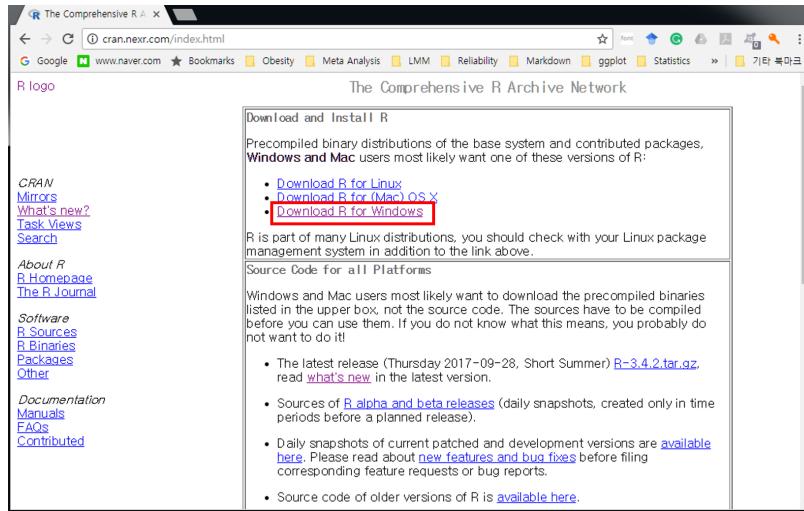
3. 클릭 후 연결한 페이지를 스크롤 후 Korea 아래 링크⁷ 클릭



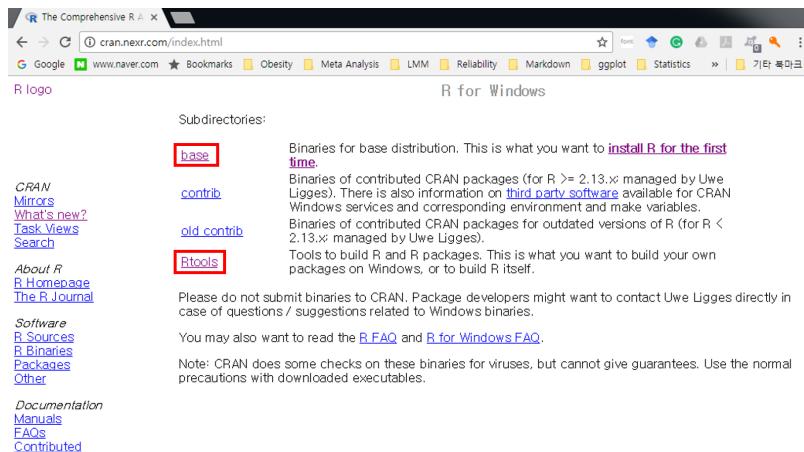
4. 클릭 후 세 가지 운영체제(Linux, Mac OS X, Windows)에 따른 R 버전 선택 가능⁸

⁷ 해당 링크들은 접속 시점에 따라 변경될 수 있음

⁸ 본 노트는 Windows 버전 설치만 다룸



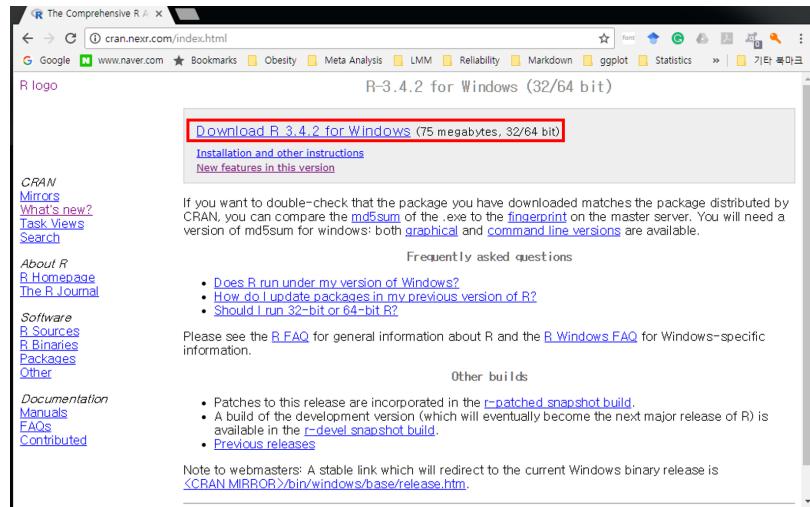
5. Downloads R for Windows 링크 클릭하면 다음과 같은 화면으로 이동



다음 하위폴더에 대한 간략 설명

- **base**: R 실행 프로그램
- **contrib**: R package의 바이너리 파일
- **Rtools**: R package 개발 및 배포를 위한 프로그램

6. 위 화면에서 **base** 링크 클릭 후 아래 화면에서 **Downloads R 3.x.x for Windows** 를 클릭 후 설치 파일을 임의의 디렉토리에 저장 및 실행

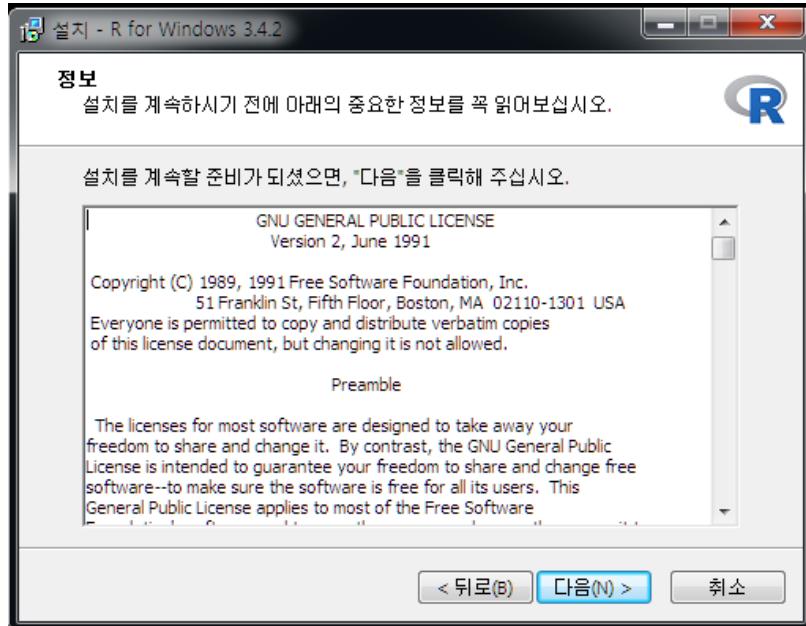


7. 다운로드한 파일을 실행하면 아래와 같은 대화창이 나타남

- 한국어 선택 → 환영 화면에서 [다음(N)>] 클릭

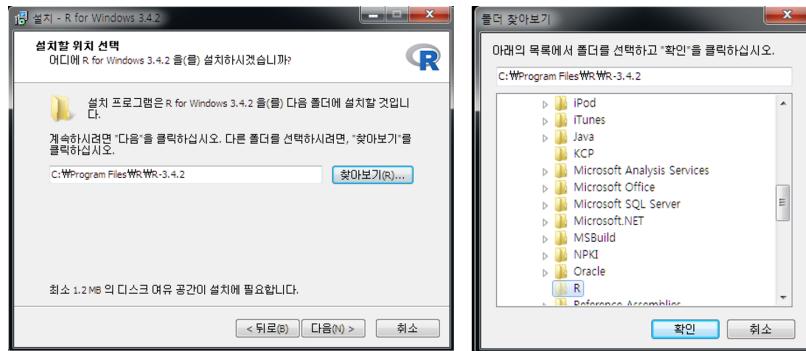


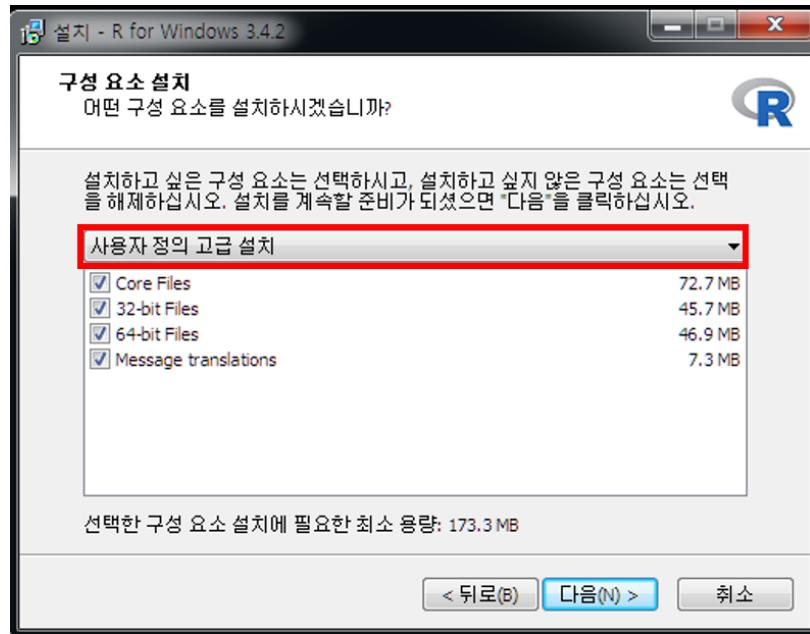
8. GNU 라이센스에 대한 설명 및 동의 여부([다음(N)>]) 클릭



9. 설치 디렉토리 설정 및 구성요소 설치 여부

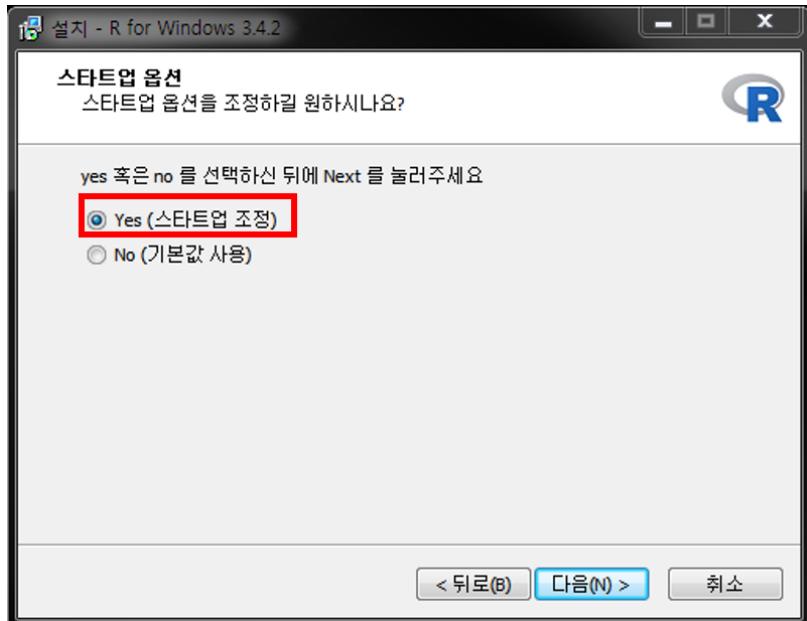
- 원하는 디렉토리 설정 (예: C:\R\R-3.x.x)
 - 기본 프로그램 (“Core Files”), 32 또는 64 bit 용 설치 파일, R console
- 한글 번역 모두 체크 뒤 [다음(N)>] 클릭





10. R 스타트업 옵션 지정

- 기본값("No" check-button)으로도 설치 진행 가능
- 본 문서에서는 스타트업 옵션 변경으로 진행

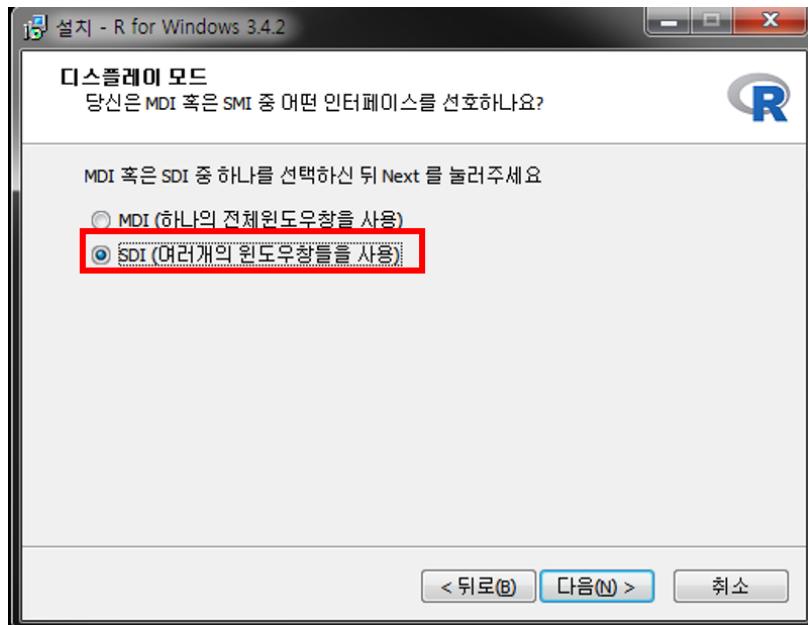


11. 화면표시방식(디스플레이) 모드 설정 변경

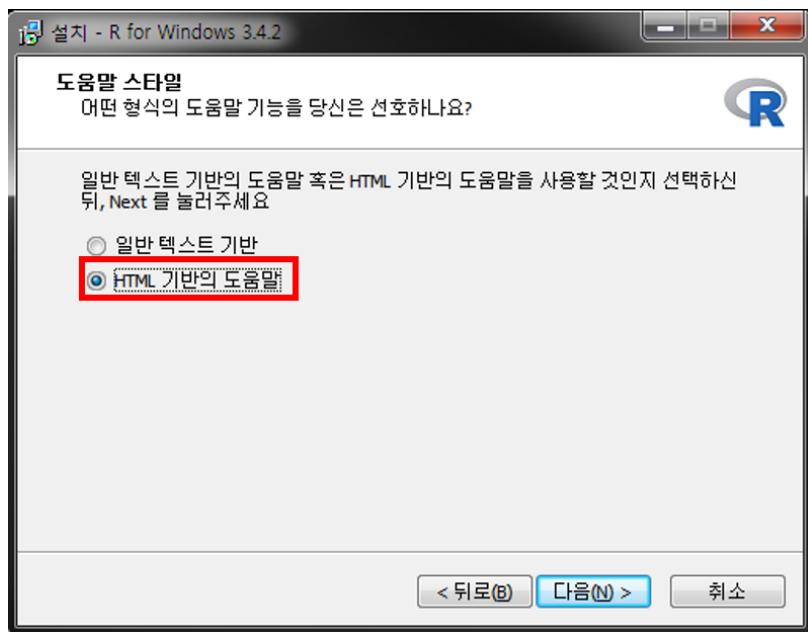
- MDI: 한 윈도우 내에서 script 편집창, 출력, 도움말 창 사용
- SDI: 다중 창에서 각각 script 편집창, 출력, 도움말 등을 독립적으로 열기

1.1 R 설치하기

11

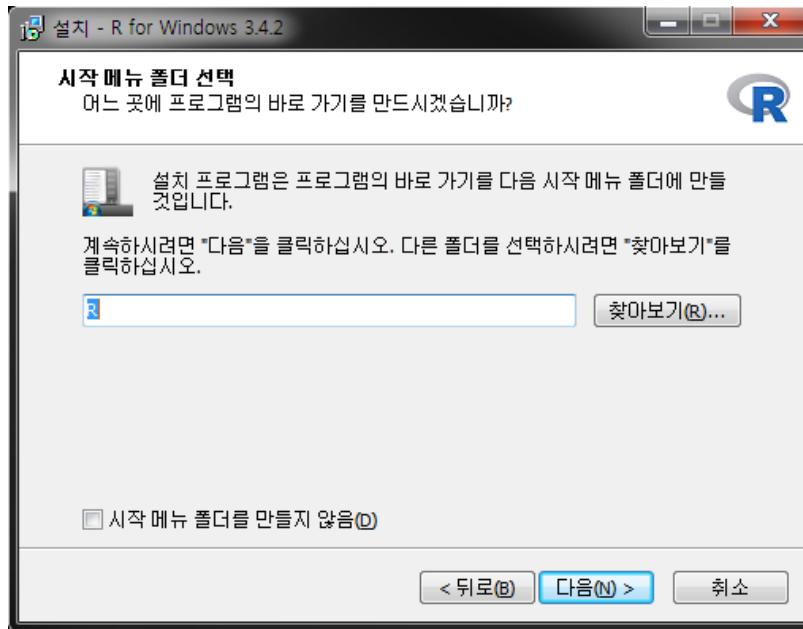


12. 도움말 형식에서 HTML 도움말 기반 선택



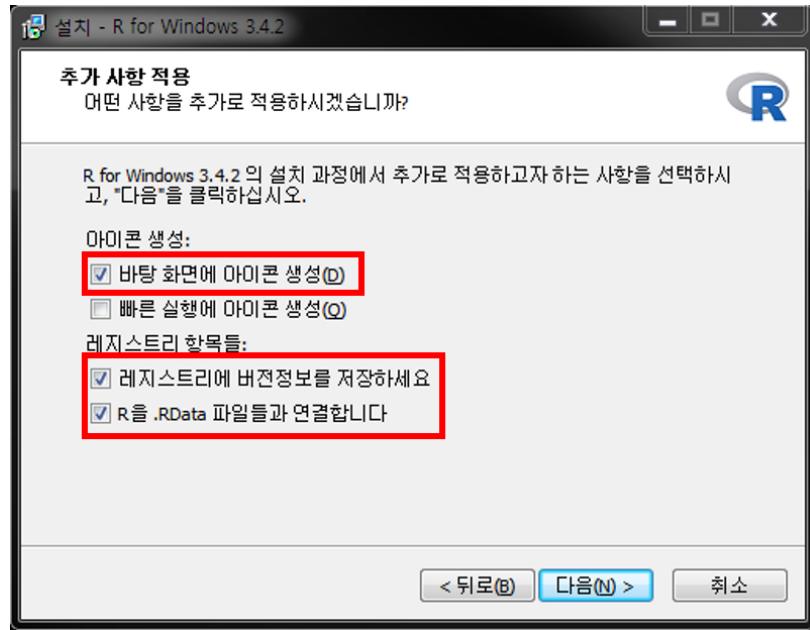
13. 시작메뉴 폴더 선택

- “바로가기”를 생성할 시작 메뉴 폴더 지정 후 [다음(N)>] 클릭 후 설치 진행
- 하단 “시작메뉴 폴더 만들지 않음” 체크박스 표시 시 시작메뉴에 “바로가기” 아이콘이 생성되지 않음(실행에 전혀 지장 없음)



14. 추가 옵션 지정 : 바탕화면 아이콘 생성 등 추가적 작업 옵션 체크 후 [다음(N)>] 클릭 → 설치 진행

- 설치된 R 버전 정보 레지스트리 저장 여부
- .Rdata 확장자를 R 실행파일과 자동 연계



15. 설치 완료 후 바탕화면의 R 아이콘을 더블클릭하면 Rgui가 실행

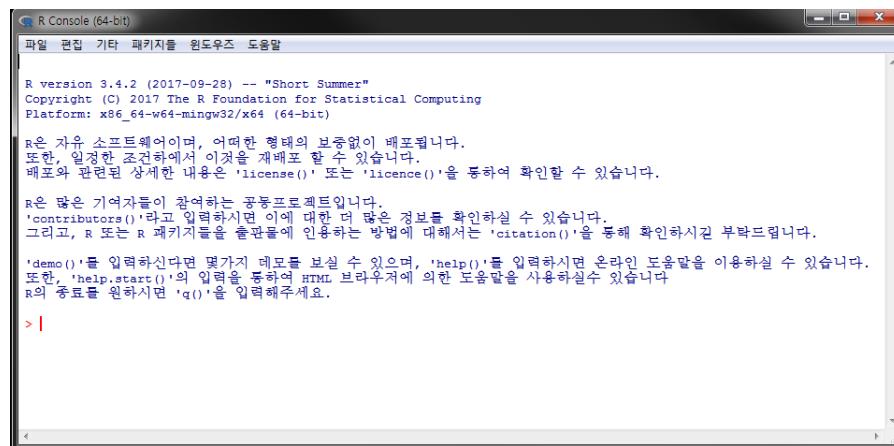


FIGURE 1.1: Windows에서 R 실행화면(콘솔 창, SDI 모드)

1.2 R 시작 및 작동 체크



실습: 설치된 R을 실행 후 보이는 R 콘솔(console) 창에서 명령어를 실행하고 결과 확인

Figure 1.1 에서 > 기호는 R의 명령 프롬프트(command prompt) 임

- → 컴퓨터가 사용자 명령을 기다리고 있다는 기호
- 1. 현재 R session⁹ 정보(R 설치 버전, locale, 로딩 packages) 출력

```
# R의 설치 버전 및 현재 설정된 locale(언어, 시간대) 및 로딩된 R package 정보 출력
sessionInfo()
```

```
R version 3.6.3 (2020-02-29)
Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)
Running under: Windows 10 x64 (build 18363)
```

```
Matrix products: default

locale:
[1] LC_COLLATE=Korean_Korea.949  LC_CTYPE=Korean_Korea.949
[3] LC_MONETARY=Korean_Korea.949 LC_NUMERIC=C
[5] LC_TIME=Korean_Korea.949

attached base packages:
[1] stats      graphics   grDevices utils      datasets  methods   base

loaded via a namespace (and not attached):
```

⁹현재 실행되고 있는 R의 작업공간

```
[1] compiler_3.6.3 magrittr_1.5     bookdown_0.18.1 htmltools_0.4.0
[5] tools_3.6.3      yaml_2.2.1       Rcpp_1.0.3        stringi_1.4.6
[9] rmarkdown_2.1    knitr_1.28      stringr_1.4.0    digest_0.6.25
[13] xfun_0.12       rlang_0.4.5     evaluate_0.14
```

2. 문자열 출력

```
#문자열 출력
print("Hello R") #문자열
```

```
[1] "Hello R"
```

```
# 기호는 주석의 시작을 의미하고 실제로 실행되지 않음 같은 행에서 # 뒤 내용의
# 코드 역시 실행되지 않음
```

3. a라는 변수에 숫자 9, b라는 변수에 숫자 7를 할당 후 출력

```
# 수치형 값(scalar)을 변수에 할당(assign)
# 여러 명령어를 한줄에 입력할 때에는 세미콜론(;)으로 구분
a = 9; b = 7
a
```

```
[1] 9
```

```
b
```

```
[1] 7
```

4. 변수 a와 b의 사칙연산

```
a+b; a-b; a*b; a/b
```

```
[1] 16
```

```
[1] 2
```

```
[1] 63
```

```
[1] 1.285714
```

5. R 그래픽 맛보기: 정규분포로부터 난수 100개 생성 후 생성된 데이터에 대한 히스토그램 작성

```
# 난수 생성 시 값은 매번 달라지기 때문에 seed를 주어 일정값이 생성되도록 고정
# "="과 "<-"는 모두 동일한 기능을 가진 할당 연산자임
# 평균이 0이고 분산이 1인 정규분포에서 난수 100개 생성
set.seed(12345) # random seed 지정
x <- rnorm(100) # 난수 생성
hist(x) # 히스토그램
```

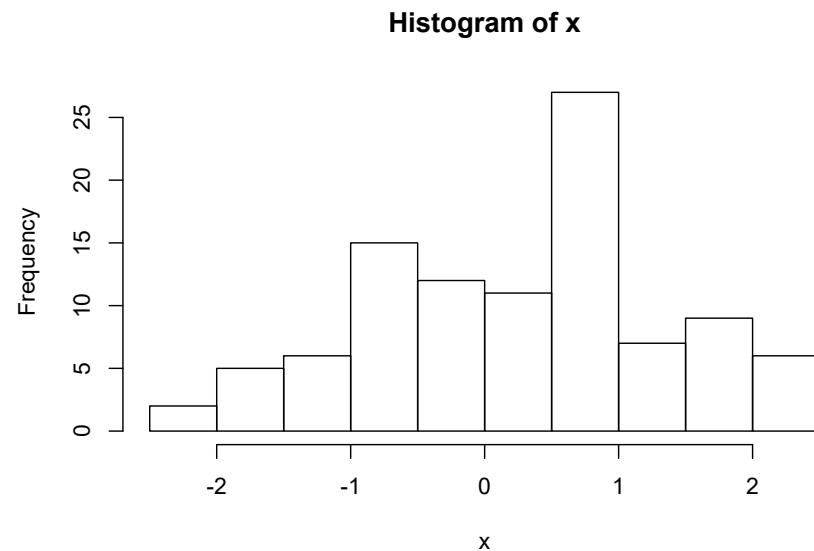


FIGURE 1.2: 정규분포 100개의 히스토그램



R 명령어 또는 전체 프로그램 소스 실행 시 매우 빈번히 오류가 나타나는데, 이를 해결할 수 있는 가장 좋은 방법은 앞에서 언급한 Google을 이용한 검색 또는 R 설치 시 자체적으로 내장되어 있는 도움말을 참고하는 것이 가장 효율적임.

TABLE 1.1: R help 관련 명령어 리스트

도움말 보기 명령어	설명	사용법
‘help’ 또는 ‘?’	도움말 시스템 호출	‘help(함수명)’
‘help.search’ 또는 ‘??’	주어진 문자열을 포함한 문서 검색	‘help.search(pattern)’
‘example’	topic의 도움말 페이지에 있는 examples section 실행	‘example(함수명)’
‘vignette’	topic의 pdf 또는 html 레퍼런스 메뉴얼 불러오기	‘vignette(패키지명 또는 패턴)’



Vignette 의 활용

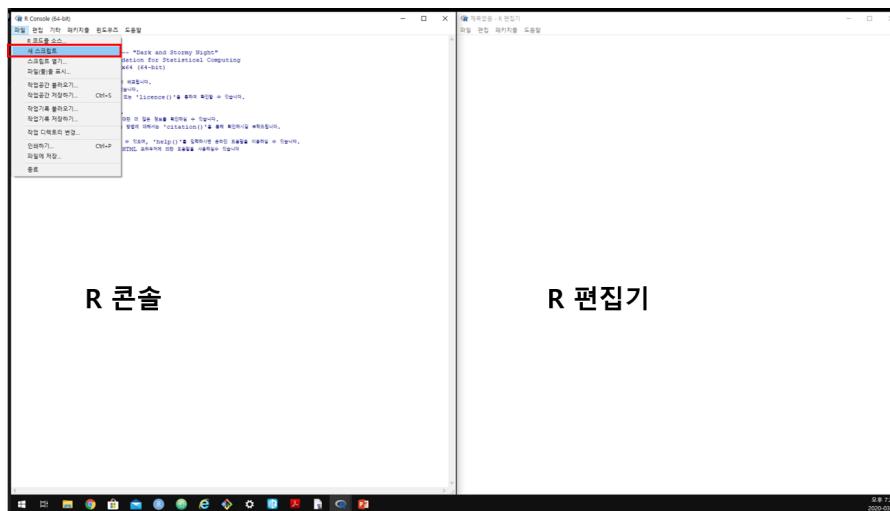
- vignette()에서 제공하는 문서는 데이터를 기반으로 사용하고자 하는 패키지의 실제 활용 예시를 작성한 문서이기 때문에 초보자들이 R 패키지 활용에 대한 접근성을 높혀줌.
- browseVignettes() 명령어를 통해 vignette을 제공하는 R 패키지 및 해당 vignette 문서 확인 가능

1.3 R script 편집기 사용



실습: R 설치 후 Rgui에서 제공하는 편집기(R editor)에 명령어를 입력하고 실행

설치된 R을 실행 후 상단 pull-down 메뉴에서 [File] → [새 스크립트]를 선택하면 아래 그림과 같이 편집창(R 인스톨 시 SDI 옵션 기준)이 나타남



편집기 창에 다음 명령어 입력

```
# R에 내장된 cars 데이터셋 불러오기 cars dataset에 포함된 변수들의 기초통계량
# 출력 2차원 산점도

data(cars)
help(cars) # cars 데이터셋에 대한 설명 help 창에 출력
head(cars) # cars 데이터셋 처음 6개 행 데이터 출력
summary(cars) # cars 데이터셋 요약
plot(cars) # 변수가 2개인 경우 산점도 출력
```

- 편집창에서 한 줄을 실행시키려면 명령어가 입력된 줄에서 [Ctrl] + [R] 입력
- 편집창에 입력한 모든 명령어를 실행시키려면 모든 줄을 선택(마우스 또는 [Shift] + ↓)

```
speed dist
1      4     2
2      4    10
```

```

3      7      4
4      7     22
5      8     16
6      9     10

      speed          dist
Min.   : 4.0   Min.   : 2.00
1st Qu.:12.0   1st Qu.: 26.00
Median  :15.0   Median  : 36.00
Mean    :15.4   Mean    : 42.98
3rd Qu.:19.0   3rd Qu.: 56.00
Max.    :25.0   Max.    :120.00

```

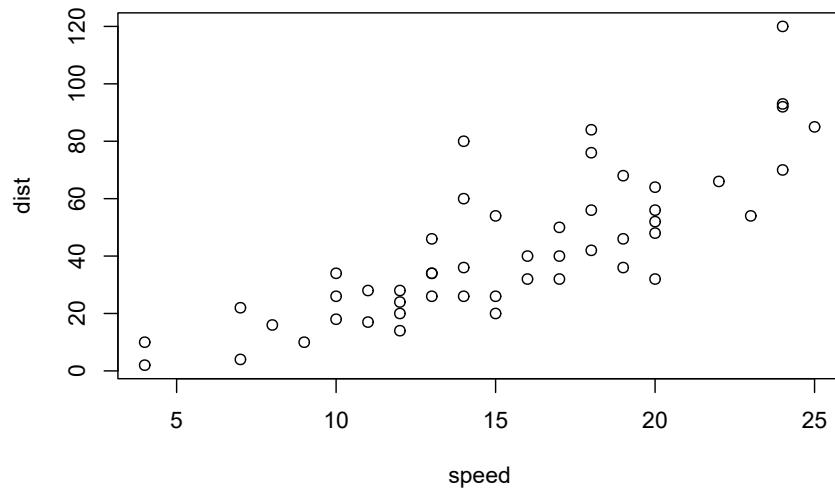


FIGURE 1.3: cars 데이터셋의 speed와 dist 간 2차원 산점도: speed는 자동차 속도(mph)이고 dist는 해당 속도에서 브레이크를 밟았을 때 멈출 때 까지 걸린 거리(ft)를 나타냄.

- R은 명령어를 입력하고 실행결과를 확인하는 대화형(interpreter) 방식
- 콘솔창에서 ↑/↓를 누르면 이전/이후 실행 명령 기록 확인 가능

- 여러 줄 이상 R 명령어라든가 반복적, 장기간 작업을 수행해야 할 경우 R 명령어로 구성된 스크립트 작성 후 일괄 실행하는 것이 일반적
 - 여러 다중 명령 코딩 시 콘솔창에 직접 입력하는 것은 비효율적이므로 스크립트 에디터를 사용
 - 위 예시처럼 R 에디터 사용할 수 있으나 가독성 및 코딩 효율이 떨어짐
 - 과거 많이 사용됐던 R 에디터: WinEdt¹⁰, Tinn-R¹¹, Vim¹²
 - 현재 가장 범용적 R 에디터: **Rstudio**
-

1.4 RStudio

- RStudio¹³: R 통합 분석/개발 환경(integrated development environment, IDE)으로 현재 가장 대중적으로 사용되고 있는 R 사용 환경
- 명령 콘솔 외 파일 편집, 데이터 객체, 명령 기록(.history), 그래프 등에 쉽게 접근 가능
- RStudio 독자적인 개발 환경 제공: Rmarkdown, Rnotebook, Shiny Web Application 등 다양한 R 환경을 제공
- 버전관리(git, subversion)를 통해 project 관리 가능
- 무료 및 유료 소프트웨어 제공

1.4.1 RStudio 설치하기

1. 웹 브라우저를 통해 <https://rstudio.com> 접속 후 상단 DOWNLOAD¹⁴ 링크 클릭

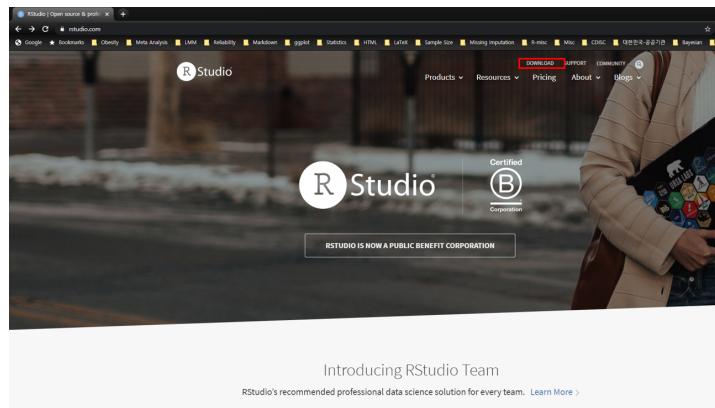
¹⁰<http://www.winedt.com>

¹¹<https://sourceforge.net/projects/tinn-r/>

¹²http://www.vim.org/scripts/script.php?script_id=2628

¹³<https://rstudio.com/>

¹⁴<https://rstudio.com/products/rstudio/download/>

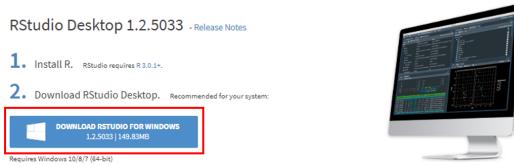


2. Desktop 또는 Server 버전 중 택일

- 서버용 설치를 위해서는 Server 클릭 → 소규모 자료 분석용으로는 불필요
- 여기서는 **Desktop** 버전 선택 후 다음 링크로 이동

RStudio Desktop	RStudio Desktop	RStudio Server	RStudio Server Pro
Open Source License Free	Commercial License \$995 /year	Open Source License Free	Commercial License \$4,975 /year (5 Named Users)
DOWNLOAD	BUY	DOWNLOAD	BUY
Learn more	Learn more	Learn more	Evaluation Learn more
Integrated Tools for R	✓	✓	✓
Priority Support	✓		✓
Access via Web Browser		✓	✓

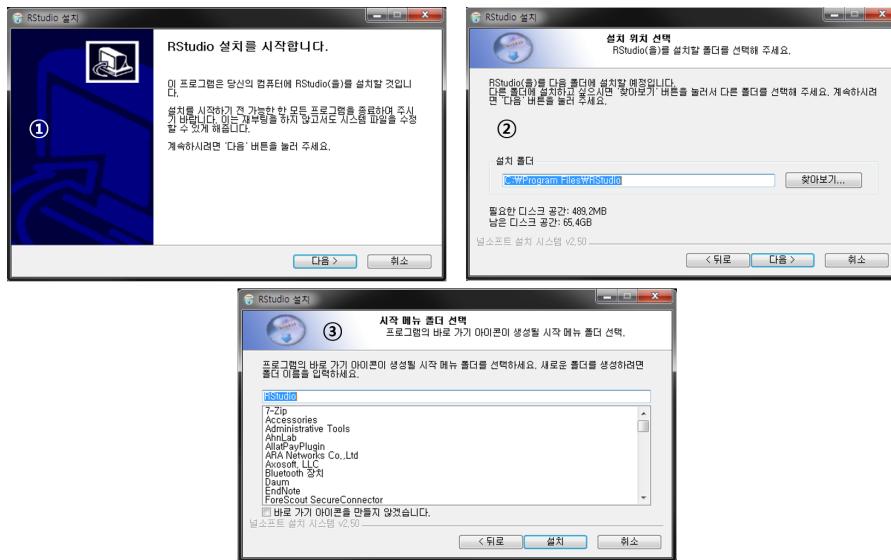
3. 운영체제에 맞는 Rstudio installer 다운로드(여기서는 Windows 버전 다운로드)



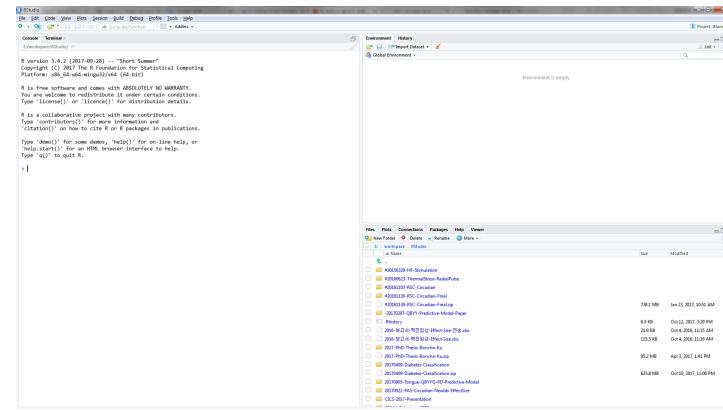
OS	Download	Size	SHA-256
Windows 10/8/7	DOWNLOAD RSTUDIO FOR WINDOWS	148.81 MB	7f1cb8c7e
macOS 10.12+	RStudio-1.2.5033.dmg	128.99 MB	b67c9b75
Ubuntu 14/Debian 8	rstudio-1.2.5033-amd64.deb	94.12 MB	85cc6a22
Ubuntu 16	rstudio-1.2.5033-amd64.deb	104.14 MB	a1591ed7
Ubuntu 18/Debian 10	rstudio-1.2.5033-amd64.deb	109.21 MB	05ea4295
Fedor a 15/Red Hat 7	rstudio-1.2.5033-x86_64.rpm	120.23 MB	5b142b0
Fedor a 28/Red Hat 8	rstudio-1.2.5033-x86_64.rpm	120.87 MB	a52b10d0

4. RStudio installer 다운로드 시 파일이 저장된 폴더에서 보통 RStudio-xx.xx.xxx.exe 형식의 파일명 확인

- 더블 클릭 후 실행
- [다음>] 몇 번 클릭 후 설치 종료



5. 바탕화면 혹은 시작 프로그램에 새로 설치된 RStudio 아이콘 클릭 후 아래와 같은 프로그램 창이 나타나면 설치 성공



1.4.2 RStudio IDE 화면 구성

RStudio는 아래 그림과 같이 4개 창으로 구성¹⁵

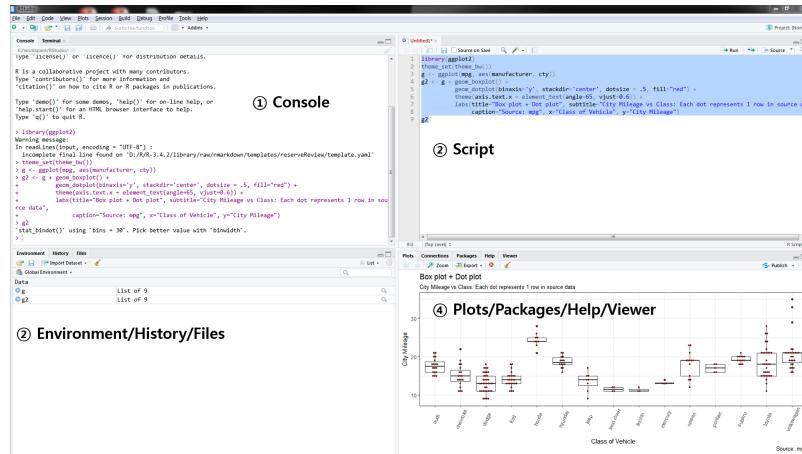
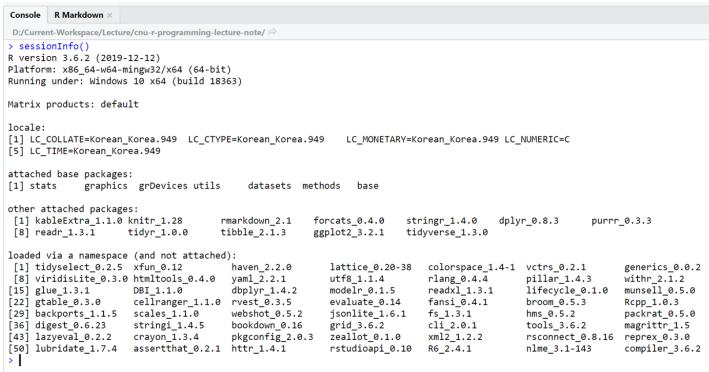


FIGURE 1.4: RStudio 화면구성: 우하단 그림은 <http://r-statistics.co/Top50-Ggplot2-Visualizations-MasterList-R-Code.html>에서 발췌

¹⁵ 각 창의 위치는 세팅 구성에 따라 달라질 수 있음. 창 구성 방법은 RStudio 환경 옵션 설정에서 설명함.

1. 콘솔(console)

- R 명령어 실행 공간 (RGui, 정확하게는 R 설치 디렉토리에서 “~/R/R.x.x/bin/x64/Rterm.exe” 가 구동되고 있는 공간)
- R script 또는 콘솔 창에서 작성한 명령어(프로그램) 실행 및 그 결과 출력
- 경고, 에러/로그 등의 메세지 확인



```

Console | R Markdown | D:/Current Workspace/Lecture/cnu-r-programming-lecture-note/ ⓘ
> sessionInfo()
R version 3.6.2 (2019-12-12)
Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)
Running under: Windows 10 10364 (build 18363)

Matrix products: default

locale:
[1] LC_COLLATE=korean_Korea.949  LC_CTYPE=korean_Korea.949   LC_MONETARY=korean_Korea.949 LC_NUMERIC=korean_Korea.949
[5] LC_TIME=korean_Korea.949

attached base packages:
[1] stats      graphics    grDevices utils      datasets   methods     base

other attached packages:
[1] kableExtra_1.1.0 knitr_1.28    rmarkdown_2.1   forcats_0.4.0  stringr_1.4.0  dplyr_0.8.3   purrr_0.3.3
[8] readr_1.3.1    tidyverse_1.3.0 tibble_2.1.3   ggplot2_3.2.1 tidyverse_1.3.0

loaded via a namespace (and not attached):
[1] tidyselect_0.2.5 xfun_0.12      haven_2.2.0    lattice_0.20-38 colorspace_1.4-1  vctrs_0.2.1    generics_0.0.2
[8] viridislite_0.3.0 htmltools_0.4.0 yaml_2.2.1     utf8_1.1.4     rlang_0.4.4     pillar_1.4.3    withr_1.1.2
[15] glue_1.3.2     DBI_1.1.0     dbplyr_1.4.2   modelr_0.1.5   readxl_1.3.1   lifecycle_0.1.0  munsell_0.5.0
[22] grid_3.6.2     calligraph_1.1.0 grid_3.6.2     reshape_0.8.5   rlang_0.4.1    broom_0.5.1    scales_0.9.0
[29]槐花包_1.1.5 scales_1.1.0    webshot_0.5.2  jsonlite_1.6.1  fansi_0.3.1    hex_0.5.2     packrat_0.5.0
[36] digest_0.6.23 stringr_1.4.5  bookdown_0.16  grid_3.6.2     cli_1.2.0.1    tools_3.6.2    magritr_1.5
[43] lazyeval_0.2.2 crayon_1.3.4    pkgconfig_2.0.3 zealot_0.1.0   xrl_1.2.2     rconnect_0.8.16 reprex_0.3.0
[50] lubridate_1.7.4 assertthat_0.2.1 httr_1.4.1    R6_2.4.1      nime_3.1-143   compiler_3.6.2
> |

```

FIGURE 1.5: RStudio 콘솔창에서 명령어 실행 후 출력결과 화면

2. 스크립트(script) (Figure 1.6)

- R 명령어 입력 공간으로 일괄처리 (batch processing) 가능
- 새로운 스크립트 창 열기
 - 아래 그림과 같이 pull-down 메뉴 좌측 상단 아이콘 클릭 후 [R script] 선택
 - [File] → [New File] → [R Script] 선택
 - 단축 키: [Ctrl] + [Shift] + [N]
- 일괄 명령어 처리를 위한 RStudio 제공 단축 키
 - [Ctrl] + [Enter]: 선택한 블럭 내 명령어 실행
 - [Alt] + [Enter]: 선택 없이 커서가 위치한 라인의 명령어 실행
- R 스크립트 이외 R Markdown, R Notebook, Shiny web application 등 새 문서의 목적에 따라 다양한 종류의 소스 파일 생성 가능

- 저장된 R 스크립트 파일은 파일명.R로 저장됨
- 파일 실행 방법
 - 실행하고자 하는 파일을 읽은 후 ([File] → [Open File] + 파일명 선택 또는 파일명.R 더블 클릭) 입력된 모든 라인을 선택한 뒤 [Ctrl] + [Enter]
 - 파일 읽은 후 [Ctrl] + [Shift] + [S] (현재 열려있는 *.R 파일에 대해) 또는 [Ctrl] + [Shift] + [Enter]

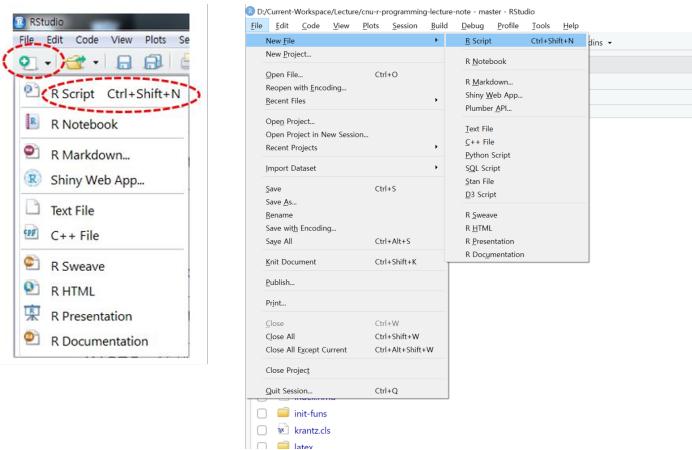


FIGURE 1.6: RStudio 스크립트 새로 열기



RStudio는 코딩 및 소스 작성의 효율성을 위해 여러 가지 단축 키를 제공하고 있음. 단축키는 아래 그림과 같이 pull down 메뉴 [Tools] 또는 [Help]에서 [Keyboard shortcut help] 또는 [Alt] + [Shift] + [K] 단축키를 통해 확인할 수 있음. 또는 Rstudio cheatsheet에서 단축키에 대한 정보를 제공하는데 pull down 메뉴 [Help] → [Cheatsheets] → [RStudio IDE Cheat Sheet]을 선택하면 각 아이콘 및 메뉴 기능에 대한 개괄적 설명 확인 가능함.

3. 환경/명령기록(Environment/History) (Figure 1.7)

- Environment:** 현재 R 작업환경에 저장되어 있는 객체의 특성 및 값 등을 요약 제시

- 좌측 아래 화살표 버튼 클릭: 해당 객체의 상세 정보 확인
- 우측 사각형 버튼 또는 객체(데이터셋명) 클릭: 객체가 데이터셋(데이터프레임)인 경우 스프레드 시트 형태로 데이터셋 확인

The figure consists of four screenshots of the RStudio Environment tab, each showing a different way to inspect objects:

- Top Left:** Shows the standard environment view with objects: cars, mpg, and tab.
- Top Right:** Shows the same environment view, but the 'cars' object has been selected (highlighted with a red box), revealing its detailed structure: 50 obs. of 2 variables, speed: num 4 4 7 7 8 9 10 10 10 11 ..., dist: num 2 10 4 22 16 10 18 26 34 17 ...
- Bottom Left:** Shows the environment view with 'cars' selected (highlighted with a red box).
- Bottom Right:** Shows the contents of the 'cars' dataset as a spread sheet, displaying columns 'speed' and 'dist' with 10 rows of data.

FIGURE 1.7: RStudio Environment 창 객체 상세 정보 및 스프레드 시트 출력 결과

- History: R 콘솔에서 실행된 명령어(스크립트)들의 이력 확인

The figure shows the RStudio History tab, which displays the R script history. The code shown is:

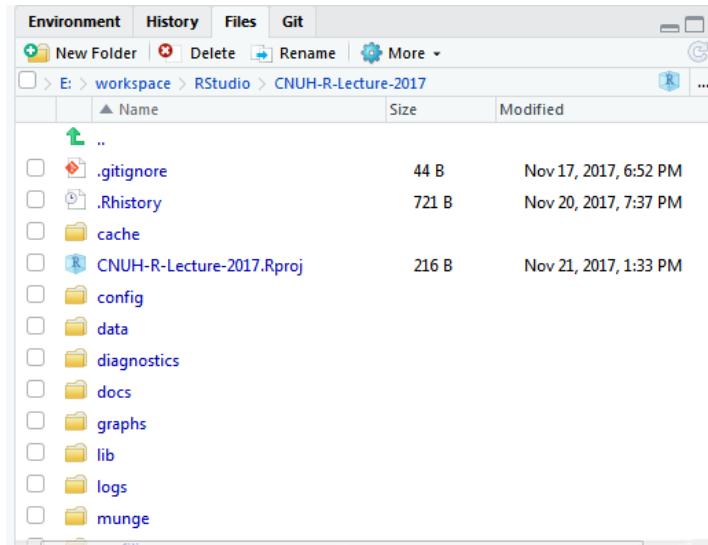
```

Environment History Connections Git
To Console To Source × ⚒
ReadExcel <- function(filename) {
  require(XLConnect)
  require(plyr)
  WB <- loadWorkbook(filename)
  SheetName <- getSheets(WB)
  DF1 <- llply(SheetName, function(name) readWorksheet(WB, sheet=name))
  names(DF1) <- SheetName
  return(DF1)
}
ReadExcel <- function(filename) {
  require(XLConnect)
  require(plyr)
  WB <- loadWorkbook(filename)
  SheetName <- getSheets(WB)
  DF1 <- llply(SheetName, function(name) readWorksheet(WB, sheet=name))
  names(DF1) <- SheetName
  return(DF1)
}

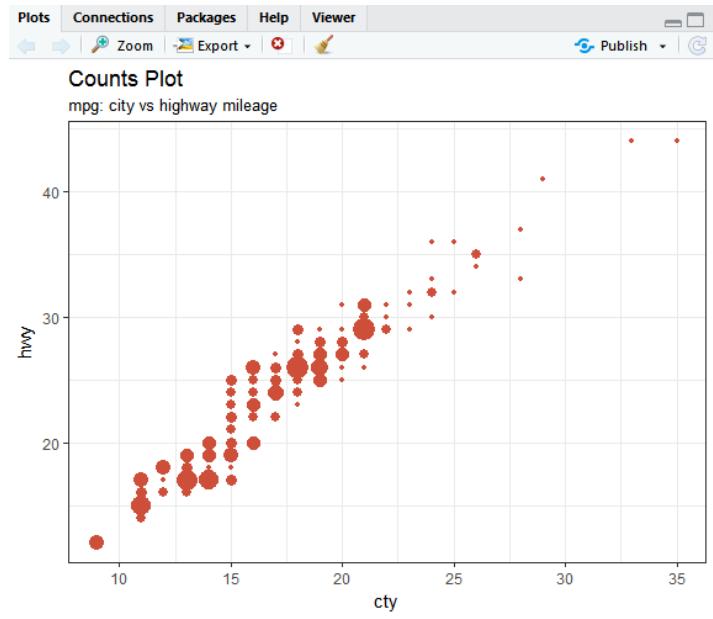
```

4. File/Plots/Packages/Help/Viewer

- File: Windows 파일 탐색기와 유사한 기능 제공
 - 파일 및 폴더 생성, 삭제/파일 및 폴더명 수정, 그리고 작업경로 설정



- Plots: 생성한 그래프 출력
 - 작업 중 생성한 그래프 이력이 Plots 창에 저장: ← 이전, → 최근
 - Zoom: 클릭 시 해당 그래프의 팝업창이 생성되고 팝업창의 크기 조정을 통해 그래프의 축소/확대 가능
 - Export: 선택한 그래프를 이미지 파일 (.png, .jpeg, .pdf 등)로 저장할 수 있고, 클립보드로 복사 가능

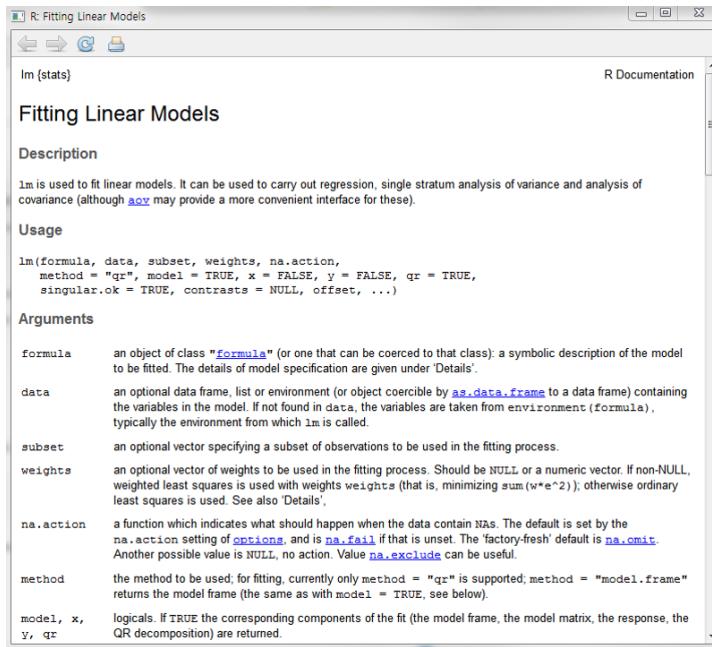


- **Packages:** 현재 컴퓨터에 설치된 R 패키지 목록 출력
 - 신규 설치 및 업데이트 가능

Plots Connections Packages Help Viewer			
Install Update Packrat		Search	Print
Name	Description	Version	
System Library			
<input type="checkbox"/> A3	Accurate, Adaptable, and Accessible Error Metrics for Predictive Models	1.0.0	X
<input type="checkbox"/> abbyyR	Access to Abbyy Optical Character Recognition (OCR) API	0.5.1	X
<input type="checkbox"/> abc	Tools for Approximate Bayesian Computation (ABC)	2.1	X
<input type="checkbox"/> abc.data	Data Only: Tools for Approximate Bayesian Computation (ABC)	1.0	X
<input type="checkbox"/> ABC.RAP	Array Based CpG Region Analysis Pipeline	0.9.0	X
<input type="checkbox"/> ABCAnalysis	Computed ABC Analysis	1.2.1	X
<input type="checkbox"/> abcdefBA	ABCDE_FBA: A-Biologist-Can-Do-Everything of Flux Balance Analysis with this package.	0.4	X
<input type="checkbox"/> ABCoptim	Implementation of Artificial Bee Colony (ABC) Optimization	0.15.0	X
<input type="checkbox"/> ABCp2	Approximate Bayesian Computational Model for Estimating P2	1.2	X
<input type="checkbox"/> abcrf	Approximate Bayesian Computation via Random Forests	1.7	X
<input type="checkbox"/> abctools	Tools for ABC Analyses	1.1.1	X
<input type="checkbox"/> abd	The Analysis of Biological Data	0.2.0	X

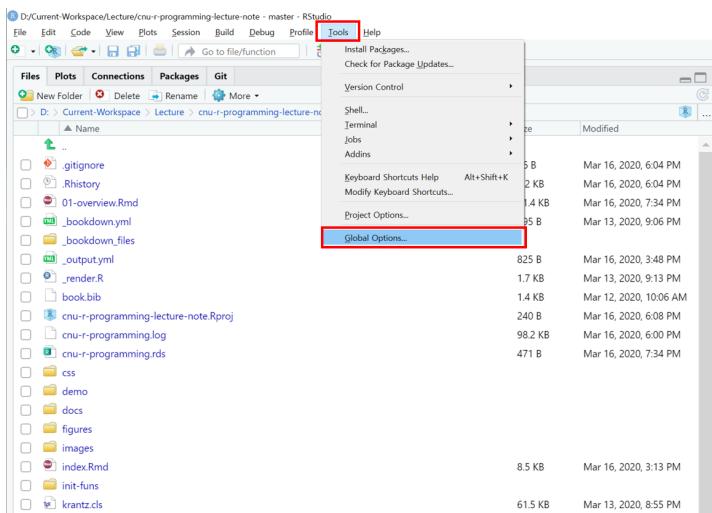
- **Help:** `help(topic)` 입력 시 도움말 창이 출력되는 공간

```
help(lm)
```



1.4.3 RStudio 환경 설정

Pull-down 메뉴에서 [Tools] → [Global Options...]를 선택



General: RStudio 운용 관련 전반적 설정 세팅

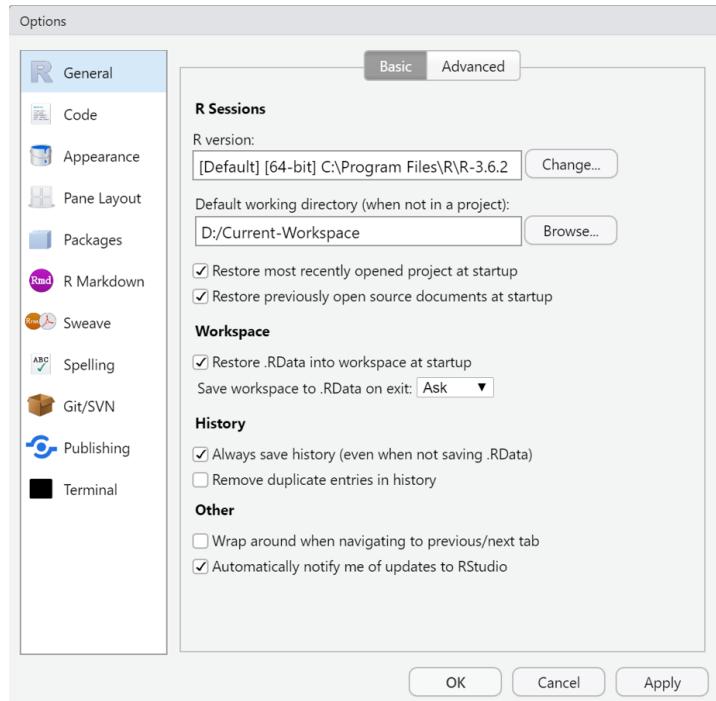


FIGURE 1.8: R General option 팝업 창

- **R version:** 만약 컴퓨터에 두 개 이상 다른 R 버전이 설치되어 있는 경우 [Change] 클릭 후 설정 변경 가능
- **Default Working directory:** 작업 디렉토리 지정 ([Browse] 클릭 후 임의 폴더 설정 가능)
- **Restore most recently opened project at startup:** RStudio 실행 시 가장 최근에 작업한 프로젝트로 이동
- **Restore previously open source documents at startup:** RStudio 실행 시 현재 프로젝트에서 가장 최근에 작업한 소스코드 문서를 함께 열어줌.

- **Restore .RData into workspace at startup:** 작업 디렉토리에 존재하는 .RData 파일을 RStudio 실행 시 불러옴
- **Save workspace to .RData on exit:** R workspace 자동 저장 (.RData) 여부
- **Always save history (even when not saving .RData)** : R 실행 명령 history 저장 여부(Always/Never/Ask)
- **Remove duplicate entries in history:** history 저장 시 중복 명령 제거 여부

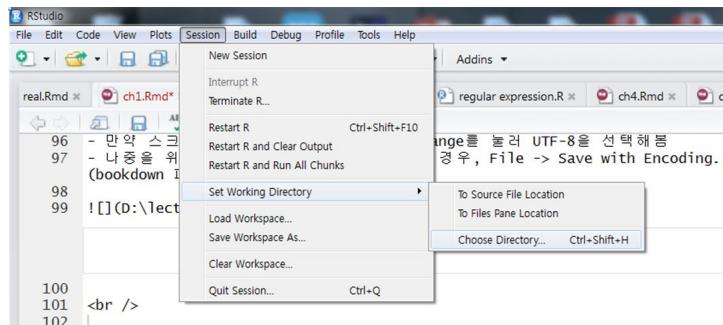
작업폴더(Working Directory)는 현재 R session에서 사용하는 기본 폴더로서 R 소스파일 및 데이터의 저장 및 로딩시 기본이 되는 폴더임.

- 소스파일이나 데이터를 불러들일 때 작업 폴더에 있는 파일은 경로명을 지정하지 않고 파일명만 사용해도 됨
- 작업폴더가 아닌 곳에 있는 파일을 불러들일 때는 경로명까지 써 주어야함.
- R 데이터를 저장할때도 파일명만 쓰면 기본적으로 작업폴더에 저장되며, 다른 폴더에 저장하기 위해서는 경로명까지 써 주어야 함.

처음 컴퓨터에 RStudio를 설치하면 Working directory는 Windows 사용자 폴더(예: user)의 Document 폴더가 기본값으로 설정되어 있음. 기본 작업폴더를 변경하려면 Figure 1.8에서 설정 가능.

현재 R session의 작업 디렉토리 설정 방법

- [Session] -> [Set Working Directoy] -> [Choose Directory]에서 설정



R 콘솔에서 다음과 같은 명령어로 작업폴더를 확인 및 변경 가능

```
getwd() # 작업폴더 확인
```

```
[1] "D:/Current-Workspace/Lecture/cnu-r-programming-lecture-note"
```

```
setwd("../") # 차상위 폴더로 이동
getwd()
```

```
[1] "D:/Current-Workspace/Lecture"
```

```
setwd("../..") # 차차상위 폴더로 이동
getwd()
```

```
[1] "D:/"
```

```
setwd("D:/Current-Workspace/Lecture/misc/") # 절대 폴더 명 입력
setwd("../")
# dir() # 폴더 내 파일 명 출력
getwd()
```

```
[1] "D:/Current-Workspace/Lecture"
```

```
setwd("misc") # Current-Workspace 하위폴더인 misc 으로 이동
getwd()
```

```
[1] "D:/Current-Workspace/Lecture/misc"
```

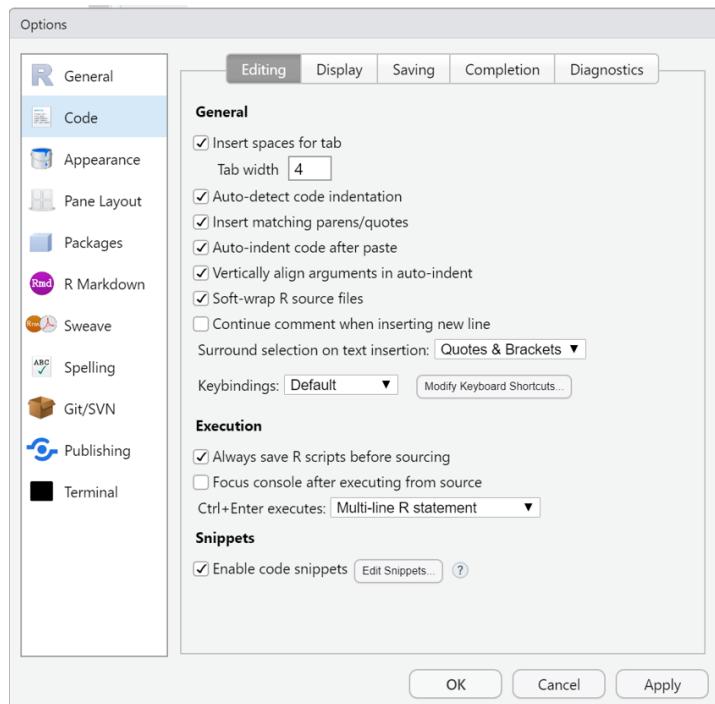
```
setwd("D:/Current-Workspace/Lecture/cnu-r-programming-lecture-note/")
getwd()
```

```
[1] "D:/Current-Workspace/Lecture/cnu-r-programming-lecture-note"
```



R에서 디렉토리 또는 폴더 구분자는 / 입. Windows에서 사용하는 구분자는 \인데, R에서 \는 특수문자로 간주하기 때문에 Windows의 폴더명을 그대로 사용 시 에러 메세지를 출력함. 이를 해결하기 위해 Windows 경로명을 그대로 복사한 경우 경로 구분자 \ 대신 \\로 변경
실습: C:\\r-project를 컴퓨터에 생성 후 해당 폴더를 default 작업폴더로 설정

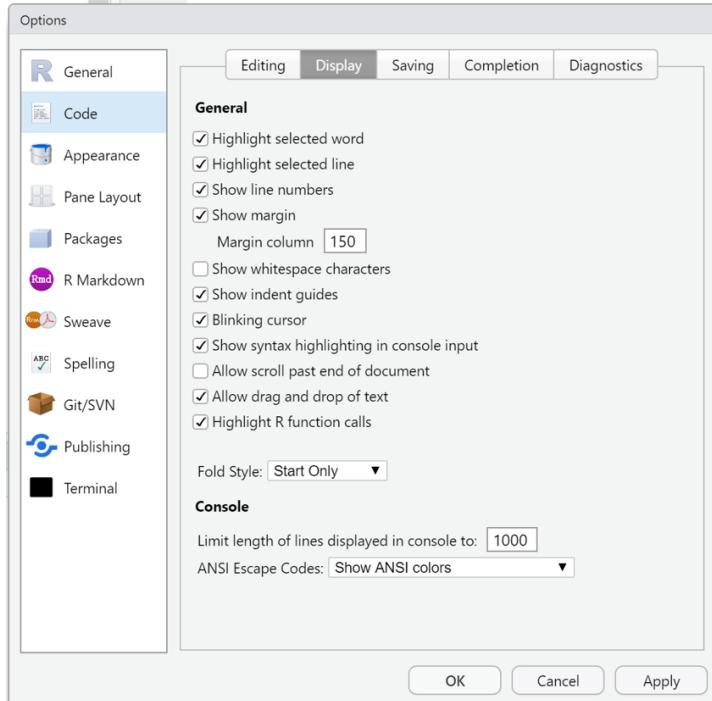
Code: Editing: 들여쓰기, 자동 줄바꿈 등 코드 편집에 대한 전반적 설정



- **Insert spaces for tab:** [Tab] 키를 눌렀을 때 공백(space) 개수 결정
(본 강의노트: Tab width = 4)

- **Auto-detect code indentation:** 코드 들여쓰기 자동 감지
- **Insert matching parens/quotes:** 따옴표, 괄호 입력 시 커서를 따옴 표/괄호 사이로 자동 이동
- **Auto-indent code after paste:** 코드 복사 시 들여쓰기 일괄 적용
- **Vertically align arguments in auto-indent:** 함수 작성 시 들여쓰기 레벨 유지 여부
- **Soft-wrap R source file:** 스크립트 편집기 너비를 초과하는 경우 R 코드 행을 자동 줄바꿈
- **Continue comment when inserting new line:** 주석 표시를 다음 행에도 자동 적용 여부
- **Surround selection on text insertino:** 스크립트 상 text 선택 후 자동 따옴표 및 괄호 적용 여부
- **Focus console after executing from source:** 스크립트 실행 후 커서 위치를 콘솔로 이동 여부

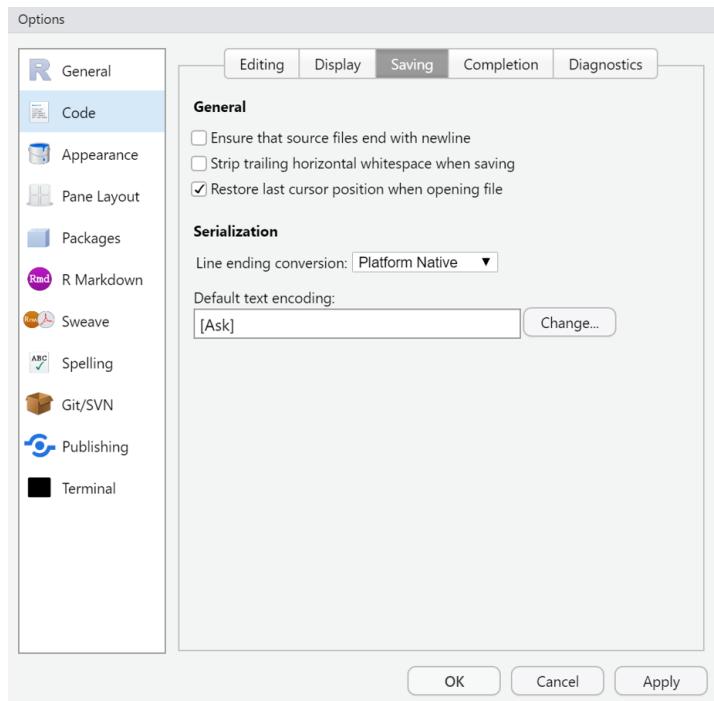
Code: Display: 스크립트(소스) 에디터 표시 화면 설정



- **Highlight selected word:** 스크립트 내 text 선택 시 동일한 text에 대해 배경강조 효과 여부
- **Highlight selected line:** 선택된 행에 대해 배경 강조효과 여부
- **Show line numbers:** 행 번호 보여주기 여부
- **Show margin:** 소스 에디터 오른 쪽에 지정한 margin column 보여주기 여부
- **Show whitespace characters:** 에디터에 공백 표시 여부
- **Show indent guides:** 현재 들여쓰기 열 표시 여부
- **Blinking cursor:** 커서 깜박임 여부
- **Show syntax highlighting in console output:** 콘솔 입력 라인에 R 구문 강조 표시 적용 여부
- **Allow scroll past end of document:** 문서 마지막 행 이후 스크롤 허용 여부

- **Allow drag and drop of text:** 선택한 복수의 행으로 구성된 text에 대해 마우스 drag 허용
- **Highlight R function calls:** R 내장 및 패키지 제공함수에 대해 강조 여부

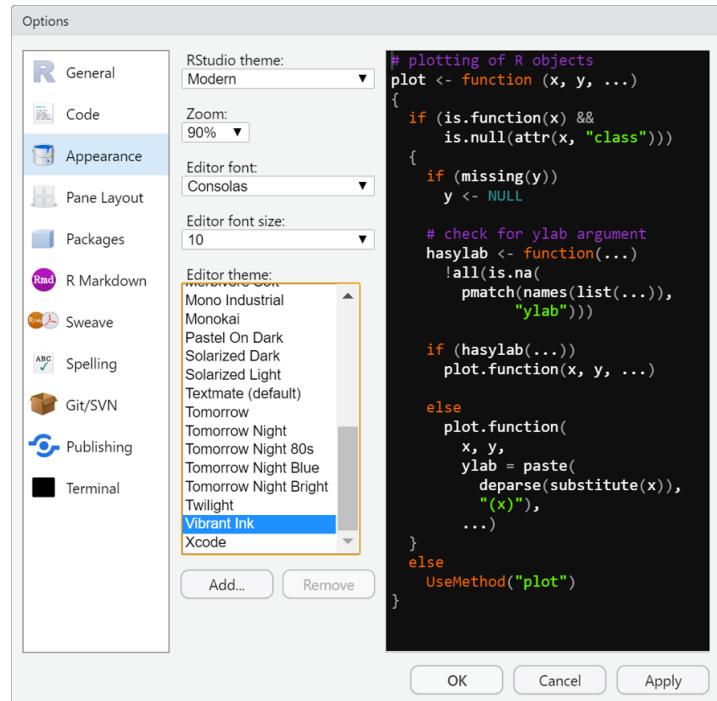
Code: Saving: 스크립트(소스) 에디터 저장 설정



- **Ensure that source file end with newline**
- **String trailing horizontal whitespace when saving**
- **Restore last cursor position when opening file**
- **Default text encoding:** 소스 에디터의 기본 설정 인코딩 설정 변경
 - RStudio의 Windows 버전 기본 text encoding은 CP949 입
 - Linux나 Mac OS의 경우 한글은 UTF-8로 인코딩이 설정되어 있음.

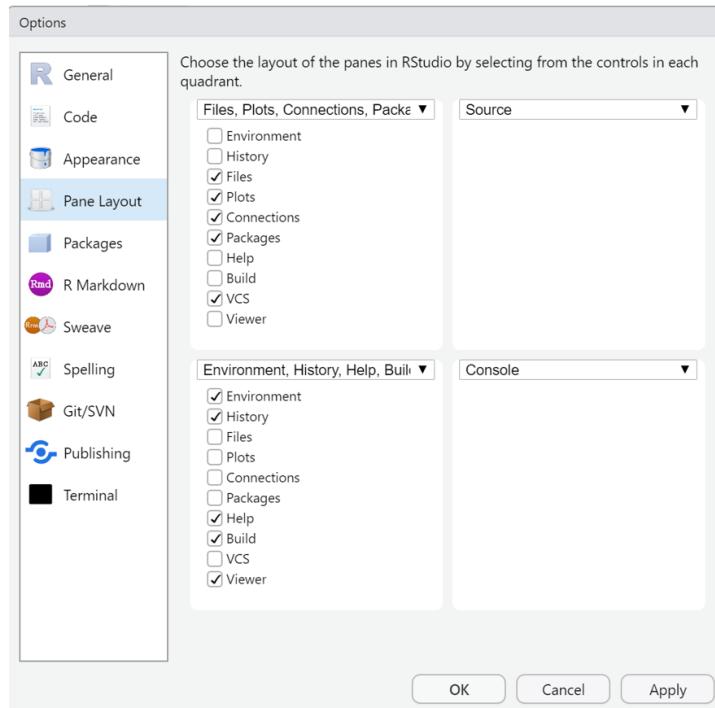
- R 언어는 Linux 환경에서 개발되었기 때문에 UTF-8 인코딩과 호환성이 더 좋음
- 스크립트 파일의 한글이 깨질 때는 [File] -> [Reopen with Encoding...]에서 encoding 방식 변경

Appearance: RStudio 전체 폰트, 폰트 크기, theme 설정



- 본인의 취향에 맞게 폰트 및 테마(theme) 설정
- 취향 → 가독성이 제일 좋고 편안한 theme

Pane Layout: RStudio 구성 패널들의 위치 및 항목 등을 수정/추가/삭제(4개 패널은 항상 유지)



실습: 개인 취향에 맞게 RStudio 에디터 및 theme을 변경해 보자!!

1.4.4 RStudio 프로젝트

1. 프로젝트

- 물리적 측면: 최종 산출물(문서)를 생성하기 위한 데이터, 사진, 그림 등을 모아 놓은 폴더
- 논리적 측면: R session 및 작업의 버전 관리

2. 프로젝트의 필요성

- 자료의 정합성 보장
- 다양한 확장자를 갖는 파일들이 한 폴더 내에 뒤섞일 때 고란해 질 수 있음

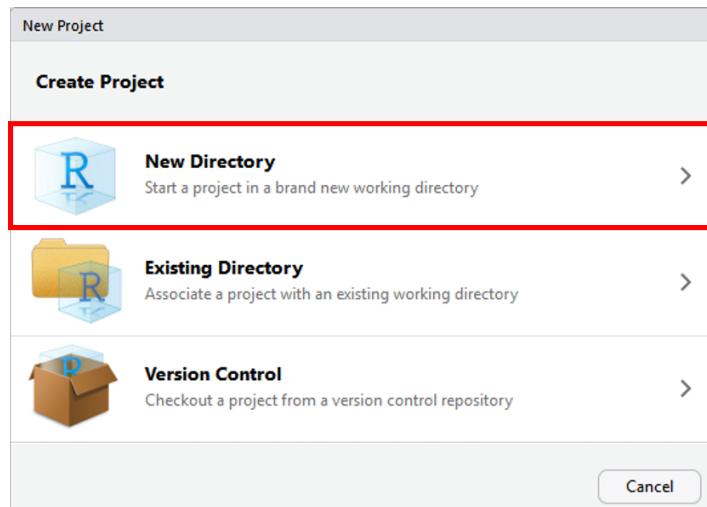
- 실제 분석 및 그래프 생성에 사용한 정확한 프로그램 또는 코드 연결이 어려움

3. 좋은 프로젝트 구성을 위한 방법

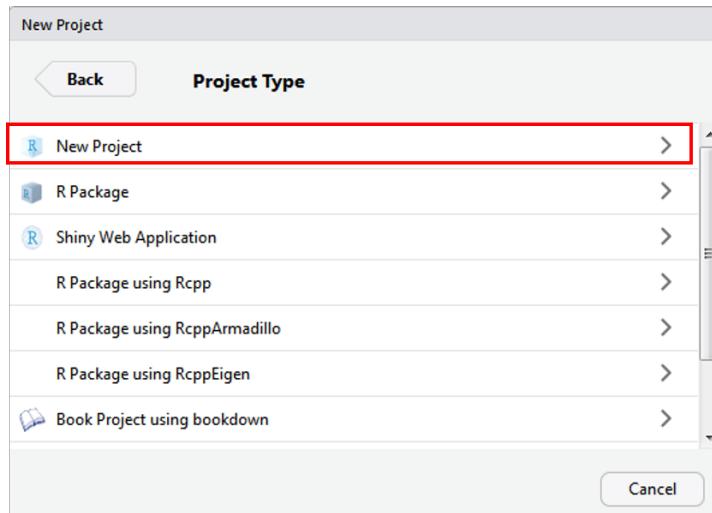
- 원자료(raw data)의 보호: 가급적 자료를 읽기 전용(read only) 형태로 다루기
- 데이터 정제(data wrangling 또는 data munging)를 위한 스크립트와 정제 자료를 보관하는 읽기 전용 데이터 디렉토리 생성
- 작성한 스크립트로 생성한 모든 산출물(테이블, 그래프 등)을 “일회용 품”처럼 처리 → 스크립트로 재현 가능
- 한 프로젝트 내 각기 다른 분석마다 다른 하위 디렉토리에 출력 결과 저장하는 것이 유용

4. RStudio 새로운 프로젝트 생성

- RStudio의 강력하고 유용한 기능
- 새로운 프로젝트 생성: RStudio 메뉴에서 [File] → [New Project] 선택하면 아래와 같은 팝업 메뉴 생성

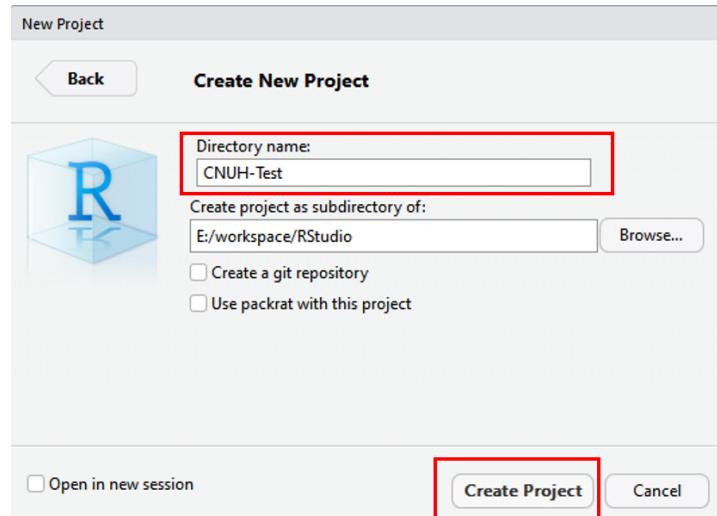


4. 위 그림에서 New Directory를 선택하면 아래와 같은 팝업 창이 나타나면 아래와 같은 프로젝트 유형이 나타남. 여기서는 New Project 선택



5. 다음 팝업창에서 새로운 프로젝트의 폴더명을 지정 후 Create Project 클릭

- 아래 [Create projects as subdirectories of]에서 생성하고자 하는 프로젝트의 상위 디렉토리 설정 → 보통 RStudio의 기본 작업폴더로 설정



6. 현재 R session 종료 후 새로운 프로젝트로 session 화면이 열리면 프로젝트 생성 완료



실습: 프로젝트 생성

- 위에서 설정한 작업폴더 내에 학번-r-programming 프로젝트 생성
- 생성한 프로젝트 폴더 내에 docs, figures, script 폴더 생성

1.5 R 패키지



R 패키지 (package): 특수 목적을 위한 로직으로 구성된 코드들의 집합으로 R에서 구동되는 분석툴을 통칭

- CRAN을 통해 배포: 3자가 이용하기 쉬움 → R 시스템 환경에서 패키지는 가장 중요한 역할
- CRAN available package by name¹⁶ 또는 available package by date¹⁷에서 현재 등재된 패키지 리스트 확인 가능
- R console에서 `available.packages()` 함수를 통해서도 확인 가능

- 현재 CRAN 기준(2020-03-17) 배포된 패키지의 개수는 16045 개임

목적: RStudio 환경에서 패키지를 설치하고 불러오기

1.5.1 R 패키지 경로 확인 및 변경

- 패키지 설치 시 일반적으로 R 환경에서 기본값으로 지정한 라이브러리 폴더에 저장
- 패키지 설치 전 R 패키지 설치 경로(path) 지정
- `.libPaths()` 함수를 통해 현재 설정된 패키지 저장 경로 확인

```
.libPaths()
```

```
[1] "C:/r-library"  
[2] "C:/Users/user/Documents/R/win-library/3.6"  
[3] "C:/Program Files/R/R-3.6.3/library"
```

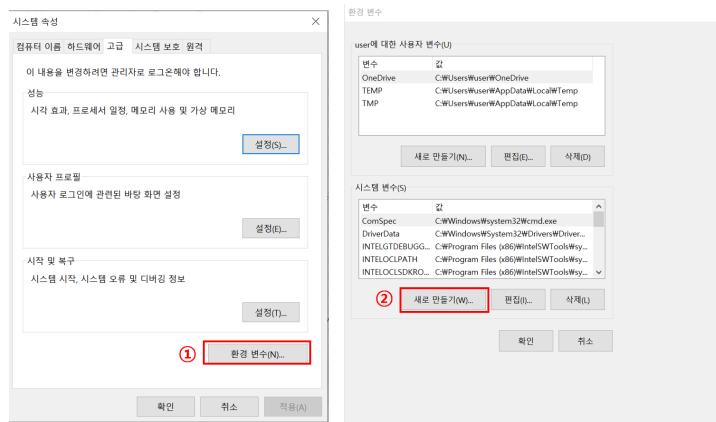
- 일반적으로 첫 번째 경로를 디폴트 라이브러리 폴더로 사용
- 사용자 지정 라이브러리 경로를 설정 하려면 아래와 같은 절차로 진행

실습: c:/r-library 폴더를 패키지 경로로 지정

- 1) C:\에서 [새로 만들기 (W)] -> [폴더 (F)] 선택 후 생성 폴더 이름을 **r-library**로 변경
- 2) 윈도우즈 [제어판] -> [시스템 및 보안] -> [시스템] -> [고급 시스템 설정] 클릭

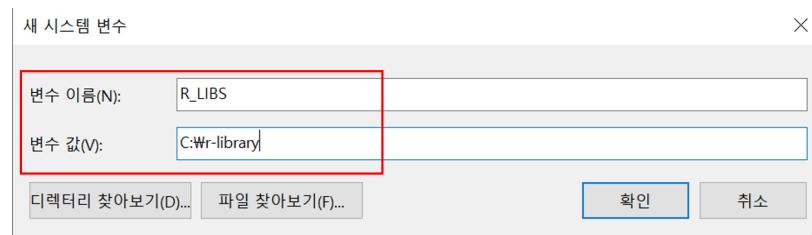


3) [환경변수(N)...] 선택 후 시스템 변수에서 [새로 만들기(W)...] 클릭



4) 아래 그림과 같이 변수 이름(N)에 R_LIBS, 변수 값(V)에 해당 디렉토리

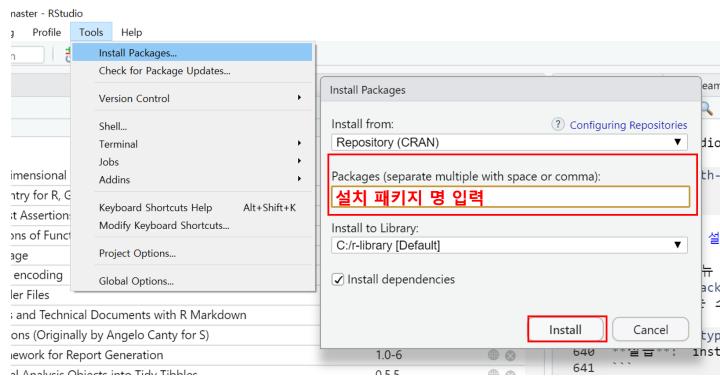
경로 C:\r-library 입력 후 확인 버튼 클릭



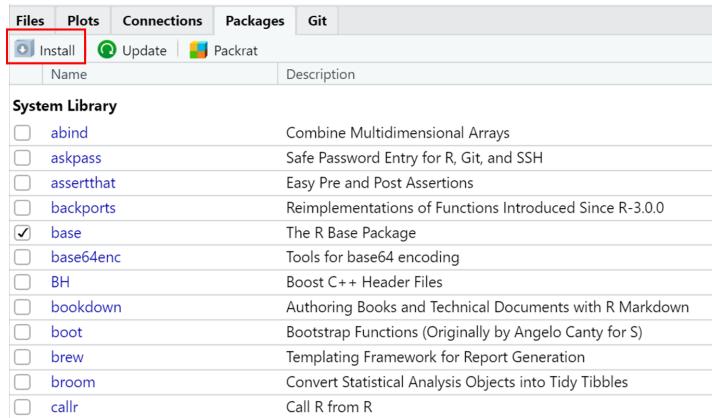
5) 현재 RStudio 종료 후 재실행한 다음 콘솔창에 .libPaths() 입력 후 라이브러리 경로 확인

1.5.2 R 패키지 설치하기

- RStudio 메뉴 [Tools] → [Install packages] 클릭 후 생성된 팝업창에서 설치하고자 하는 패키지 입력 후 설치



- RStudio Packages 창에서 [Install] 버튼 누르면 위와 동일한 팝업창이 나타남(위와 동일)



- R 콘솔 또는 스크립트 창에서 `install.packages(package_name)` 함수를 사용해서 패키지 설치



설습: `install.packages()` 함수를 이용해 `tidyverse` 패키지 설치

```
install.packages("tidyverse")
```

위 명령어를 실행하면 `tidyverse` 패키지 뿐 아니라 연관된 패키지들이 동시에 설치됨

1.5.3 R 패키지 불러오기

1. `library()` vs. `require()`

- `library()`: 불러오고자 하는 패키지가 시스템에 존재하지 않는 경우
에러 메세지 출력(에러 이후 명령어들이 실행되지 않음)
- `require()`: 패키지가 시스템에 존재하지 않는 경우 경고 메세지 출력
(경고 이후 명령어 정상적으로 실행)

2. 다중 패키지 동시에 불러오기

- RStudio Packages 창에서 설치하고자 하는 패키지 선택 버튼 클릭
하면 R workspace로 해당 패키지 로드 가능
- 스크립트 이용

실습: `tidyverse` 패키지 불러오기

```
require(tidyverse)
```

필요한 패키지를 로딩중입니다: `tidyverse`

```
-- Attaching packages ----- tidyver...  
v ggplot2 3.3.0     v purrr   0.3.3  
v tibble  2.1.3      v dplyr   0.8.5  
v tidyr   1.0.2      v stringr 1.4.0  
v readr   1.3.1      vforcats 0.5.0
```

```
-- Conflicts -----
x dplyr::filter()      masks stats::filter()
x dplyr::group_rows()  masks kableExtra::group_rows()
x dplyr::lag()         masks stats::lag()
```



실무에서 R의 활용능력은 패키지 활용 여부에 달려 있음. 즉, 목적에 맞는 업무를 수행하기 위해 가장 적합한 패키지를 찾고 활용하느냐에 따라 R 활용능력의 차이를 보임. 앞서 언급한 바와 같이 CRAN에 등록된 패키지는 16000 개가 넘지만, 이 중 많이 활용되고 있는 패키지의 수는 약 200 ~ 300 개 내외이고, 실제 데이터 분석 시 10 ~ 20개 정도의 패키지가 사용됨. 앞 예제에서 설치하고 불러온 `tidyverse` 패키지는 Hadley Wickham ([Wickham et al., 2019](#))이 개발한 데이터 전처리 및 시각화 패키지 번들이고, 현재 R 프로그램 환경에 지대한 영향을 미침. 본 강의 “데이터프레임 가공 및 시각화”에서 해당 패키지 활용 방법을 배울 예정

1.6 R 기초 문법



본 절에서 다루는 R 문법은 R 입문 시 객체(object)의 명명 규칙과 R 콘솔 창에서 가장 빈번하게 사용되는 기초적인 명령어만 다룰 예정임. 심화 내용은 2-3주 차에 다룰 예정임.

- R은 객체지향언어(object-oriented language)
 - 객체(object): 숫자, 데이터셋, 단어, 테이블, 분석결과 등 모든 것을 칭함
 - “객체지향”의 의미는 R의 모든 명령어는 객체를 대상으로 이루어진다는 것을 의미



알아두면 유용한(콘솔창에서 매우 많이 사용되는) 명령어 및 단축기

- `ls()`: 현재 R 작업공간에 저장된 모든 객체 리스트 출력
- `rm(object_name)`: `object_name`에 해당하는 객체 삭제

- `rm(list = ls())`: R 작업공간에 저장된 모든 객체들을 일괄 삭제
- 단축키 [Ctrl] + [L]: R 콘솔 창 일괄 청소
- 단축키 [Ctrl] + [Shift] + [F10]: R session 초기화

예시

```
x <- 7
y <- 1:30 #1에서 30까지 정수 입력
ls() #현재 작업공간 내 객체명 출력
```

```
[1] "a"           "b"           "cars"
[4] "def.chunk.hook" "fig_cap"      "tab"
[7] "x"           "y"           "도움말 보기 명령어"
[10] "사용법"       "설명"
```

```
rm(x) # 객체 x 삭제
ls()
```

```
[1] "a"           "b"           "cars"
[4] "def.chunk.hook" "fig_cap"      "tab"
[7] "y"           "도움말 보기 명령어" "사용법"
[10] "설명"
```

```
rm(a,b) # 객체 a, b 동시 삭제
ls()
```

```
[1] "cars"         "def.chunk.hook" "fig_cap"
[4] "tab"          "y"           "도움말 보기 명령어"
[7] "사용법"       "설명"
```

```
# rm(list = ls()) # 모든 객체 삭제
```

R 객체 입력 방법 및 변수 설정 규칙

객체를 할당하는 두 가지 방법 :=, <-

- 두 할당 지시자의 차이점
 - :=: 명령의 최상 수준에서만 사용 가능
 - <=: 어디서든 사용 가능
 - 함수 호출과 동시에 변수에 값을 할당할 목적으로는 <-만 사용 가능

```
# mean(): 입력 벡터의 평균 계산
mean(y <- 1:5)
```

```
[1] 3
```

```
y
```

```
[1] 1 2 3 4 5
```

```
mean(x = 1:5)
```

```
[1] 3
```

```
x
```

Error in eval(expr, envir, enclos): 객체 'x'를 찾을 수 없습니다

객체 또는 변수의 명명 규칙

- 알파벳, 한글, 숫자, _, .의 조합으로 구성 가능 (-은 사용 불가)
- 변수명의 알파벳, 한글, .로 시작 가능
- .로 시작한 경우 뒤에 숫자 올 수 없음(숫자로 인지)
- 대소문자 구분

```
# 1:10은 1부터 10까지 정수 생성
# 'c()'는 벡터 생성 함수
x <- c(1:10)

# 1:10으로 구성된 행렬 생성
X <- matrix(c(1:10), nrow = 2, ncol = 5, byrow = T)
x
```

```
[1] 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
```

```
x
```

```
[,1] [,2] [,3] [,4] [,5]
[1,] 1 2 3 4 5
[2,] 6 7 8 9 10
```

```
# 논리형 객체
```

```
.x <- TRUE

.x
```

```
[1] TRUE
```

```
# 알파벳 + 숫자
```

```
# seq(): 수열을 만드는 함수
# 1에서부터 (from) 10 까지 (to) 공차가 2(by)인 수열
a1 <- seq(from = 1, to = 10, by = 2)

# 한글 변수명
가수 <- c("Damian Rice", "Beatles", "최백호", "Queen", "Carlos Gardel", "BTS", "조용필")
가수
```

```
[1] "Damian Rice"    "Beatles"        "최백호"        "Queen"
[5] "Carlos Gardel"  "BTS"           "조용필"
```

3. 잘못된 객체 또는 변수 명명 예시

```
3x <- 7
```

Error: <text>:1:2: 예상하지 못한 기호(symbol)입니다.

1: 3x

^

```
_x <- c("M", "M", "F")
```

Error: <text>:1:1: 예상하지 못한 입력입니다.

1: _

^

```
.3 <- 10
```

Error in 0.3 <- 10: 대입에 유효하지 않은 (do_set) 좌변입니다

1.7 R Markdown (맛보기)



R **기초 문법** 절과 마찬가지로 R Markdown을 이용해 최소한의 문서(html 문서)를 작성하고 생성하는 방법에 대해 기술함. R Markdown에 대한 보다 상세한 내용은 본 수업의 마지막 주차에 다룰 예정임.

1. R Markdown은 R 코드와 분석 결과(표, 그림 등)을 포함한 문서 또는 컨텐츠를 제작하는 도구로 일반적으로 아래 열거한 형태로 활용함

- 문서 또는 논문(pdf, html, docx)
- 프리젠테이션(pdf, html, pptx)
- 웹 또는 블로그

2. 재현가능(reproducible)한 분석 및 연구¹⁸ 가능

¹⁸과학적 연구의 결과물을 오픈소스로 내놓고 누구라도 검증 가능

- 신뢰성 있는 문서 작성
- Copy & paste를 하지 않고 효율적 작업 가능

3. R Markdown 문서를 통해 최종 결과물 (pdf, html, docx) 이 도출되는 process

- 현재 공식적인 프로세스는 knitr + rmarkdown + pandoc + RStudio + github

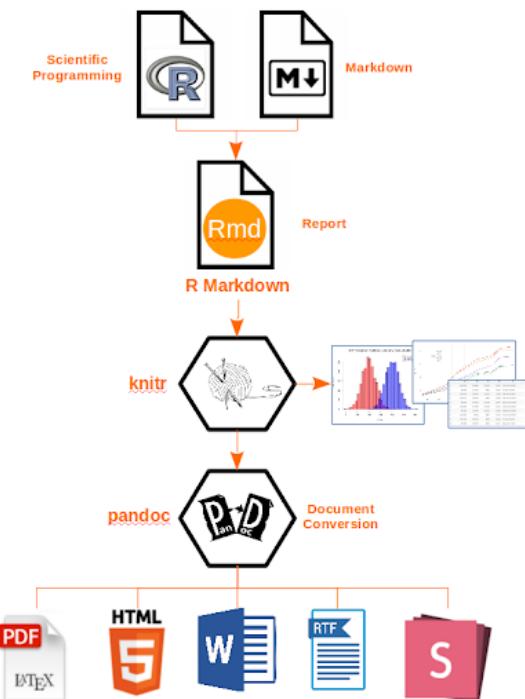


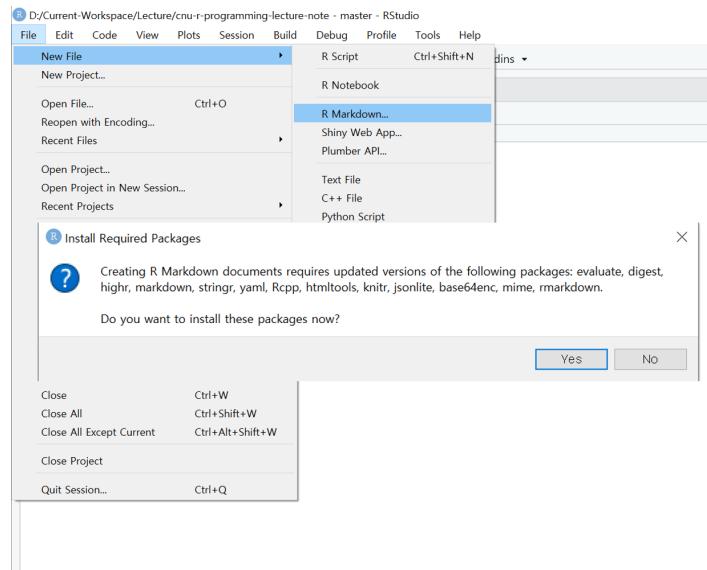
FIGURE 1.9: R Markdown의 최종 결과물 산출과정 (<http://applied-r.com/project-reporting-template/>)

R Markdown 문서 시작하기

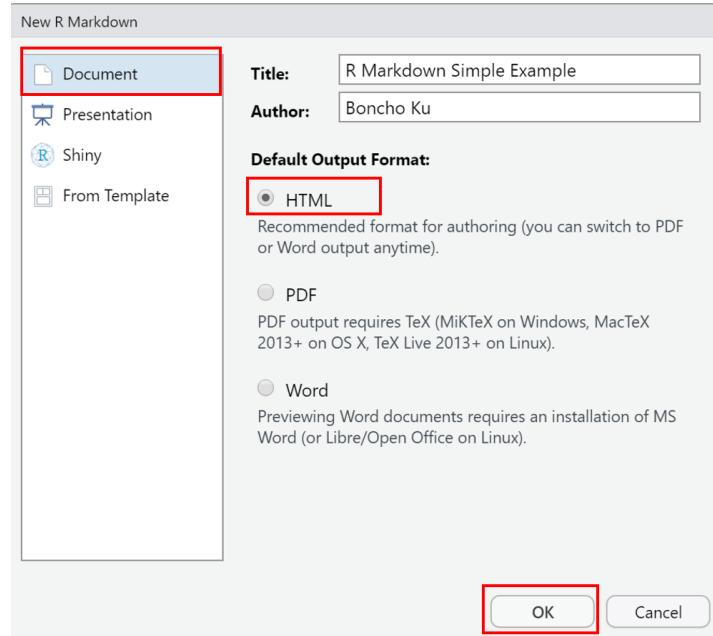
- R Markdown 문서 생성 : [File] -> [New File] -> [R Markdown..]을 선택



RStudio를 처음 설치하고 위와 같이 진행할 경우 아래와 같은 패키지 설치 여부를 묻는 팝업 창이 나타남. 패키지 설치 여부에 [Yes]를 클릭하면 R Markdown 문서 생성을 위해 필요한 패키지들이 자동으로 설치



- 설치 완료 후 R Markdown으로 생성할 최종 문서 유형 선택 질의 창이 나타남. 아래 창에서 제목(Title)과 저자(Author) 이름 입력 후 [OK] 버튼 클릭 (Document, html 문서 선택)



- 아래 그림과 같이 새로운 문서 창이 생성되고 test.Rmd 파일로 저장¹⁹

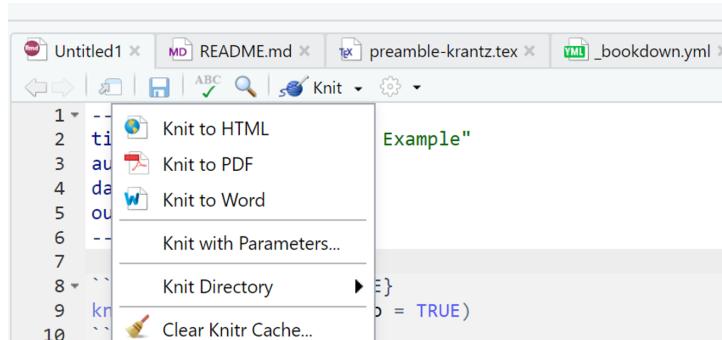
```

1<!-->
2<-->
3<-->
4<-->
5<-->
6<-->
7<-->
8<-->
9<-->
10<-->
11<-->
12<-->
13<-->
14<-->
15<-->
16<-->
17<-->
18<-->
19<-->
20<-->
21<-->
22<-->
23<-->
24<-->
25<-->
26<-->
27<-->
28<-->
29<-->
30<-->
31<-->

```

- 문서 상단에 Knit 아이콘을 클릭 후 Knit to HTML 클릭 또는 문서 아무 곳에 커서를 위치하고 단축키 [Ctrl] + [Shift] + [K] 입력

¹⁹RStudio 프로젝트에서 생성한 폴더 내에 파일 저장



The screenshot shows the RStudio interface with several tabs at the top: Untitled1, README.md, preamble-krantz.tex, and _bookdown.yml. A context menu is open over a code editor window, specifically over line 10 of the code. The menu items are: Knit to HTML, Knit to PDF, Knit to Word, Knit with Parameters..., Knit Directory, and Clear Knitr Cache... . To the right of the menu, the text "Example" is displayed.

```

1 ti Knit to HTML
2 au Knit to PDF
3 da Knit to Word
4 ou Knit with Parameters...
5 
6 
7 
8 Knit Directory → E}
9 kr o = TRUE)
10 knr Clear Knitr Cache...
11 
12 ## R Markdown
13 
14 This is an R Markdown document. Markdown is a simple form
Markdown see <http://rmarkdown.rstudio.com>.

```

- knitr + R Markdown + pandoc → html 파일 생성 결과

R Markdown Simple Example

Boncho Ku

2020 3 17

R Markdown

This is an R Markdown document. Markdown is a simple formatting syntax for authoring HTML, PDF, and MS Word documents. For more details on using R Markdown see <http://rmarkdown.rstudio.com>.

When you click the Knit button a document will be generated that includes both content as well as the output of any embedded R code chunks within the document. You can embed an R code chunk like this:

summary(cars)

```

##   speed      dist
## Min. :4.0  Min. : 2.00
## 1st Qu.:12.0 1st Qu.: 26.00
## Median :15.0 Median : 36.00
## Mean   :15.4  Mean   : 42.98
## 3rd Qu.:19.0 3rd Qu.: 56.00
## Max.  :25.0  Max.  :120.00

```

Including Plots

You can also embed plots, for example:

FIGURE 1.10: test.html 문서 화면(저장 풀더 내 ‘test.html’을 크롬 브라우저로 실행)

1.7.0.1 R Markdown 문서 구성

R Markdown 문서는 아래 그림과 같이 **YAML**, **Markdown 텍스트**, **Code Chunk 세** 부분으로 구성됨.

The screenshot shows the RStudio interface with several tabs open. The active tab is 'Untitled1.Rmd'. The code editor contains the following content:

```

1 title: "R Markdown Simple Example"
2 author: "Boncho Ku"
3 date: "2020-03-17"
4 output: html_document
5
6
7 ```{r setup, include=FALSE}
8 knitr::opts_chunk$set(echo = TRUE)
9 ...
10 ...
11 ...
12 ## R Markdown
13
14 This is an R Markdown document. Markdown is a simple formatting syntax for authoring HTML, PDF, and MS Word documents. For more details on using R
15 Markdown see <http://rmarkdown.rstudio.com>.
16
17 When you click the **Knit** button a document will be generated that includes both content as well as the output of any embedded R code chunks
18 within the document. You can embed an R code chunk like this:
19
20 ```{r cars}
21 summary(cars)
22 ...
23 ...
24 ## Including Plots
25
26 You can also embed plots, for example:
27
28 ```{r pressure}
29 plot(pressure)
30 ...
31 Note that the `echo = FALSE` parameter was added to the code chunk to prevent printing of the R code that generated the plot.
32 ...
33 ...
34 ...
35 ...
36 ...
37 ...
38 ...
39 ...
40 ...
41 ...
42 ...
43 ...
44 ...
45 ...
46 ...
47 ...
48 ...
49 ...
50 ...
51 ...

```

Annotations highlight specific sections: 'YAML' covers the first five lines, 'R Markdown text' covers the explanatory text starting at line 14, and 'Code Chunk' covers the 'cars' code chunk starting at line 19.

1. YAML (YAML Ain't Markup Language)

- R Markdown 문서의 metadata로 문서의 맨 처음에 항상 포함되어야 함.
- R Markdown 문서의 최종 출력 형태, 제목, 저자, 날짜 등의 정보 등을 포함
- YAML 언어에 대한 사용 예시는 Xie (2016) 의 Appendix B.2²⁰ 참고
- 최소 형태의 YAML 예시

```

---
title: "Hello R Markdown"
author: "Zorba"
date: "2020-03-17"
output: html_document
---
```

2. Markdown 텍스트

- Markdown 문법은 15주 차 강의에서 배울 예정임
- R Markdown 레퍼런스 가이드²¹ 참조
- 그림 삽입: ![] (path/filename)

²⁰<https://bookdown.org/yihui/bookdown/r-markdown.html>

²¹<https://rstudio.com/wp-content/uploads/2015/03/rmarkdown-reference.pdf>

그립 삽입 구문

! [] (figures/son.jpg)



3. Code Chunk

- 실제 R code가 실행되는 부분임
- Code chunk 실행 시 다양한 옵션들이 있으나 이 부분 역시 15주 차 강의에서 간략히 다룰 예정임
- Code chunk는 `{{r}}`로 시작되며 r은 code 언어 이름을 나타냄.
- Code chunk는 `{{`}`}`로 종료
- Chunk option에 대한 상세 내용은 <https://yihui.org/knitr/options/> 또는 R Markdown 레퍼런스 가이드²² 참조

Code chunk 예시

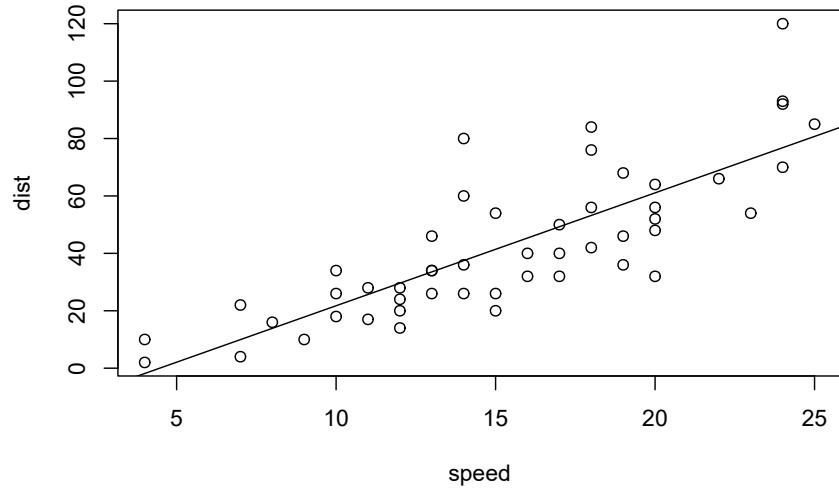
Xie의 R Markdown: The Definitive Guide에서 발췌

```
```{r}
fit = lm(dist ~ speed, data = cars)
b = coef(fit)
plot(cars)
abline(fit)
```

```

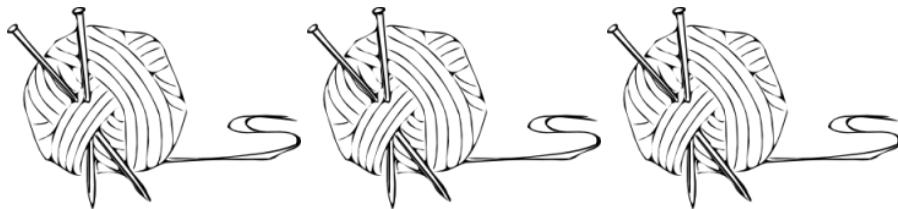
```
fit = lm(dist ~ speed, data = cars)
b   = coef(fit)
plot(cars)
abline(fit)
```

²²<https://rstudio.com/wp-content/uploads/2015/03/rmarkdown-reference.pdf>



- Code chunk에서 외부 그림 파일 불러오기 (Xie et al. (2018) 에서 예시
발췌))

```
knitr::include_graphics(rep('figures/knit-logo.png', 3))
```



Homework 1: R Markdown 문서에 아래 내용을 포함한 문서를 html 파일 형식으로 출력 후 제출

- 간략한 자기소개 및 “통계 프로그래밍 언어” 수업에 대한 본인만의 목표 기술
- 본인이 setting 한 RStudio 구성 캡쳐 화면을 그림 파일로 저장하고 R Markdown 문서에 삽입(화면 캡쳐 시 생성 프로젝트 내 폴더 내용 반드시 포함)
- 패키지 `ggplot2`를 불러오고 `cars` 데이터셋의 2 차원 산점도 (`hint: help(geom_point)` 또는 googling 활용)를 문서에 포함

Bibliography

- Rizzo, M. L. (2019). *Statistical computing with R*. CRC Press.
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: elegant graphics for data analysis*. Springer.
- Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L. D., Francois, R., Grolemund, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T. L., Miller, E., Bache, S. M., Muller, K., Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D. P., Spinu, V., Takahashi, K., Vaughan, D., Wilke, C., Woo, K., and Yutani, H. (2019). Welcome to the tidyverse. *Journal of Open Source Software*, 4(43):1686.
- Wickham, H. and Grolemund, G. (2016). *R for data science: import, tidy, transform, visualize, and model data*. ” O'Reilly Media, Inc.”.
- Xie, Y. (2016). *bookdown: Authoring Books and Technical Documents with R Markdown*. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, Florida. ISBN 978-1138700109.
- Xie, Y., Allaire, J., and Grolemund, G. (2018). *R Markdown: The Definitive Guide*. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, Florida. ISBN 9781138359338.

권재명 (2017). 실리콘밸리 데이터 과학자가 알려주는 따라하며 배우는 데이터 과학. 제이펍, 1st edition. ISBN 979-1185890869.

서민구 (2014). *R을 이용한 데이터 처리 & 분석*. 길벗, 1st edition. ISBN 978-8966188260.

유충현, 이상호, and 김정일 (2005). *R 그래픽스. 자유아카데미*, 1st edition. ISBN 978-8973385539.