데이터마이닝(DataMining)

Chapter 7. 연관규칙

- 연관규칙(association rule) 학습은 대형 데이터베이스에서 변수 간의 흥미로운 관계를 발견하기 위한 규칙-기반 기계 학습 방법
- 흥미로운 측도를 사용하여 데이터베이스에서 발 견된 강력한 규칙을 식별하기 위한 방법
- Agrawal 등(1993)은 강력한 규칙의 개념을 바탕으로 슈퍼마켓 POS(point-of-sale) 시스템에서 기록한 대규모 거래 데이터에서 제품 간의 규칙성을 발견하는 연관 규칙을 소개
- 예) 슈퍼마켓의 판매 데이터에서 발견된 “{양파, 감자} ⇒ {버거}” 규칙은 고객이 양파와 감자를 함께 구매하면 햄버거 고기도 사기 쉬움

- 프로모션 가격 또는 제품 배치와 같은 마케팅 활동에 관한 결정을 위 한 기초 자료로 사용 가능
- 바구니 분석(market basket analysis)에 대한 위의 예제 외에도 웹 사용 마이닝, 침입 탐지, 연속 생산 및 생물 정보학을 비롯한 많은 분야에서 연관규칙이 사용
- 순차연관성 마이닝(sequence mining)과는 달리, 연관규칙 학습은 일반적으로 트랜잭션 내에 서 또는 트랜잭션 전반에서 항목의 순서는 고려하지 않음

- 연관규칙은 X ⇒ Y로 표현
- 예) 판매 제품 간의 연관규칙이 {onion, potato} ⇒ {meat}이면, {onion, potato}를 구매하면 meat도 구매하는 규칙으로 해석
- 의미 있는 연관규칙의 선택을 위해 다음의 측도가 유용하게 사용
  - 지지도(support)는 전체 구매 건수 가운데 상품 X와 Y를 동시에 구매한 비율을 의미하며 $P(X \cup Y)$으로 나타냄
  - 신뢰도(confidence)는 상품 X를 구매한 건수 가운데 Y도 같이 구매한 비율을 의미하며 조건부 확률 $P(X|Y)$로 나타냄
  - 향상도(lift)는 전체에서 상품 Y를 구매한 비율에 비해 X를 구매한 고객이 Y를 구매한 비율이 몇 배 인가 를 나타내며 $P(Y|X)/P(Y)$로 나타냄

- 연관규칙을 생성하는 알고리즘은 다양
- 이 가운데 Apriori, Eclat 및 FP-Growth 알고리즘이 대표적 알고리즘
- Apriori 알고리즘
  - 거래 자료
  - 최소 3건의 거래가 일어난 항목 집합을 빈발항목으로 사용

항목 집합
{a,b,c,d}
{a,b,d}
{a,b}
{b,c,d}
{b,c}
{c,d}
{b,d}

- 지지도

항목	지지도
{a}	3
{b}	6
{c}	4
{d}	5

- 빈발항목의 모든 쌍의 목록을 생성 (2항목 후보 빈발항목 집합)

항목	지지도
{a,b}	3
{a,c}	1
{a,d}	2
{b,c}	3
{b,d}	4
{c,d}	3

- 표에서 지지도 기준(3 이상)을 만족하는 쌍 즉, 빈발항목 집합은 {a,b}, {b,c}, {b,d}와 {c,d}
- 쌍 {a,c}와 {a,d}는 비빈발항목 집합에 속하므로, 이를 포함하는 더 큰 항목집합은 빈발항목이 될 수 없음
- 이 방식으로 집합에 대한 가 지치기를 수행
- 한 항목집합이 비빈발하다면 이 항목집합을 포함하는 모든 집합은 비빈발 항 목집합

- 2항목 빈발항목집합간의 조합을 이용하여 3항목 후보 빈발항목 집합의 목록을 생성

항목	지지도
{b,c,d}	2

- 위의 3원소 집합은 지지도 기준을 만족하지 못하므로 빈발항목집합이 아니므로 알고리즘은 중단
- 한 항목집합이 빈발하다면 이 항목집합의 모든 부분집합은 역시 빈발항목집합

- Titanic 자료에 대해 연관분석
- 승객 2201명에 대한 객실 등급, 성별, 연령, 생존 여부를 포함

```
> # Titanic 자료(테이블 객체)를 분석용 자료로 변환
> data(Titanic)
> titan.df <- as.data.frame(Titanic)
> head(titan.df)
   Class    Sex   Age Survived Freq
 1   1st   Male Child       No    0
 2   2nd   Male Child       No    0
 3   3rd   Male Child       No   35
 4  Crew   Male Child       No    0
 5   1st Female Child       No    0
 6   2nd Female Child       No    0
```

```
> summary(titanic)
  Class         Sex          Age       Survived
 1st :325   Female: 470   Adult:2092   No :1490
 2nd :285   Male  :1731   Child: 109   Yes: 711
 3rd :706
 Crew:885
```

```
> titanic <- NULL
> for(i in 1:4) { titanic <- cbind(titanic,
                  rep(as.character(titan.df[,i]), titan.df$Freq)) }
> titanic <- as.data.frame(titanic)
> names(titanic) <- names(titanic.df)[1:4]
```

```
> titanic
  Class  Sex   Age Survived
1   3rd Male Child       No
2   3rd Male Child       No
3   3rd Male Child       No
…
2200 Crew Female Adult       Yes
2201 Crew Female Adult       Yes
```

```
> ## 연관규칙 분석: apriori 알고리즘으로 연관 규칙 찾기
> # apriori{arules} 함수 이용
> library(arules)
> # 모든 규칙 생성
> rules.all <- apriori(titanic)
Apriori

Parameter specification:
 confidence minval smax arem  aval originalSupport
        0.8    0.1    1 none FALSE            TRUE
 maxtime support minlen maxlen target   ext
       5     0.1      1     10  rules FALSE
```

```
> options(digits=3)
> inspect(rules.all)
      lhs                                          rhs          support confidence lift
 [1]  {}                                        => {Age=Adult} 0.950   0.950      1.000
 [2]  {Class=2nd}                               => {Age=Adult} 0.119   0.916      0.964
 [3]  {Class=1st}                               => {Age=Adult} 0.145   0.982      1.033
 [4]  {Sex=Female}                              => {Age=Adult} 0.193   0.904      0.951
 [5]  {Class=3rd}                               => {Age=Adult} 0.285   0.888      0.934
 [6]  {Survived=Yes}                            => {Age=Adult} 0.297   0.920      0.968
 [7]  {Class=Crew}                              => {Sex=Male}  0.392   0.974      1.238
 [8]  {Class=Crew}                              => {Age=Adult} 0.402   1.000      1.052
 [9]  {Survived=No}                             => {Sex=Male}  0.620   0.915      1.164
 [10] {Survived=No}                             => {Age=Adult} 0.653   0.965      1.015
…
 [26] {Class=Crew,Sex=Male,Survived=No}         => {Age=Adult} 0.304   1.000      1.052
 [27] {Class=Crew,Age=Adult,Survived=No}        => {Sex=Male}  0.304   0.996      1.266
```

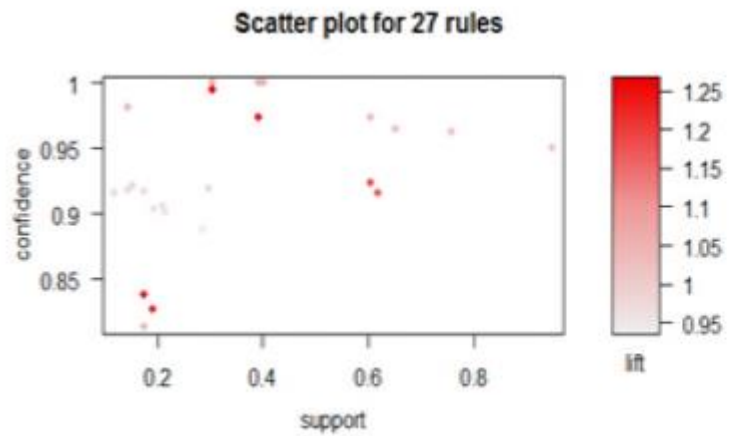
```
> # 규칙의 우변(rhs)가 생존 여부(Survived)와 관계된 규칙
> # 설정값 변경: 최소부분집합크기=2, 최소지지도=0.005, 최소신뢰도=0.8
> rules <- apriori(titanic, control = list(verbose=F),
        parameter = list(minlen=2, supp=0.005, conf=0.8),
        appearance = list(rhs=c("Survived=No", "Survived=Yes"),
        default="lhs"))
> # 향상도(lift) 기준으로 정렬
> rules.sorted <- sort(rules, by="lift")
```

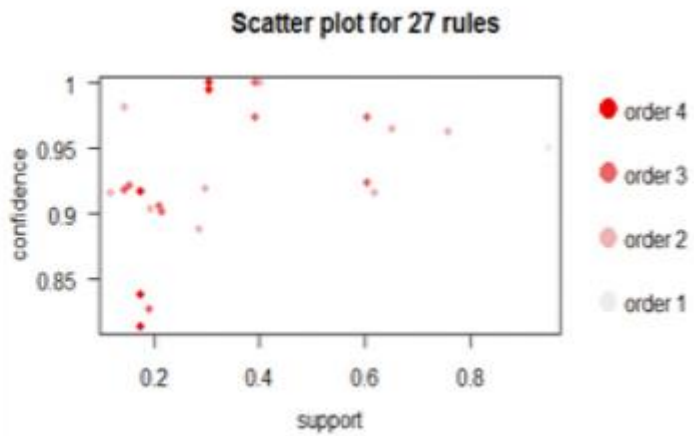
```
> # 규칙 확인
> inspect(rules.sorted)
     lhs                                   rhs             support confidence lift
[1]  {Class=2nd,Age=Child}              => {Survived=Yes} 0.01090 1.000      3.10
[2]  {Class=2nd,Sex=Female,Age=Child}   => {Survived=Yes} 0.00591 1.000      3.10
[3]  {Class=1st,Sex=Female}             => {Survived=Yes} 0.06406 0.972      3.01
[4]  {Class=1st,Sex=Female,Age=Adult}   => {Survived=Yes} 0.06361 0.972      3.01
[5]  {Class=2nd,Sex=Female}             => {Survived=Yes} 0.04225 0.877      2.72
[6]  {Class=Crew,Sex=Female}            => {Survived=Yes} 0.00909 0.870      2.69
[7]  {Class=Crew,Sex=Female,Age=Adult}  => {Survived=Yes} 0.00909 0.870      2.69
[8]  {Class=2nd,Sex=Female,Age=Adult}   => {Survived=Yes} 0.03635 0.860      2.66
[9]  {Class=2nd,Sex=Male,Age=Adult}     => {Survived=No}  0.06997 0.917      1.35
[10] {Class=2nd,Sex=Male}               => {Survived=No}  0.06997 0.860      1.27
[11] {Class=3rd,Sex=Male,Age=Adult}     => {Survived=No}  0.17583 0.838      1.24
[12] {Class=3rd,Sex=Male}               => {Survived=No}  0.19173 0.827      1.22
```

```
> # 중복되는 규칙 찾기
> subset.matrix <- is.subset(rules.sorted, rules.sorted)
> subset.matrix[lower.tri(subset.matrix, diag=T)] <- NA
> redundant <- colSums(subset.matrix, na.rm = T) >= 1
> which(redundant)
 {Class=2nd,Sex=Female,Age=Child,Survived=Yes}
                                                2
 {Class=1st,Sex=Female,Age=Adult,Survived=Yes}
                                                4
{Class=Crew,Sex=Female,Age=Adult,Survived=Yes}
                                                7
 {Class=2nd,Sex=Female,Age=Adult,Survived=Yes}
                                                8
```

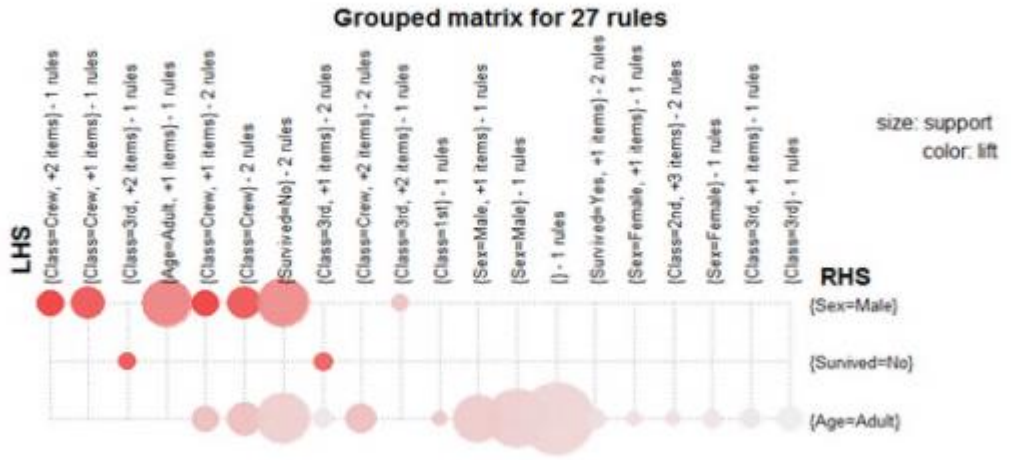
```
> # 중복되는 규칙 삭제
> rules.pruned <- rules.sorted[!redundant]
    lhs                                rhs             support confidence lift
[1] {Class=2nd,Age=Child}           => {Survived=Yes} 0.01090 1.000      3.10
[2] {Class=1st,Sex=Female}          => {Survived=Yes} 0.06406 0.972      3.01
[3] {Class=2nd,Sex=Female}          => {Survived=Yes} 0.04225 0.877      2.72
[4] {Class=Crew,Sex=Female}         => {Survived=Yes} 0.00909 0.870      2.69
[5] {Class=2nd,Sex=Male,Age=Adult} => {Survived=No}  0.06997 0.917      1.35
[6] {Class=2nd,Sex=Male}            => {Survived=No}  0.06997 0.860      1.27
[7] {Class=3rd,Sex=Male,Age=Adult} => {Survived=No}  0.17583 0.838      1.24
[8] {Class=3rd,Sex=Male}            => {Survived=No}  0.19173 0.827      1.22
```

```
> ## 연관규칙 시각화
> library(arulesViz)
> plot(rules.all)    # 디폴트 옵션: measure=c("support",
"confidence"), shading="lift"
> plot(rules.all, shading="order")    # 규칙번호에 따라 음영부여
```



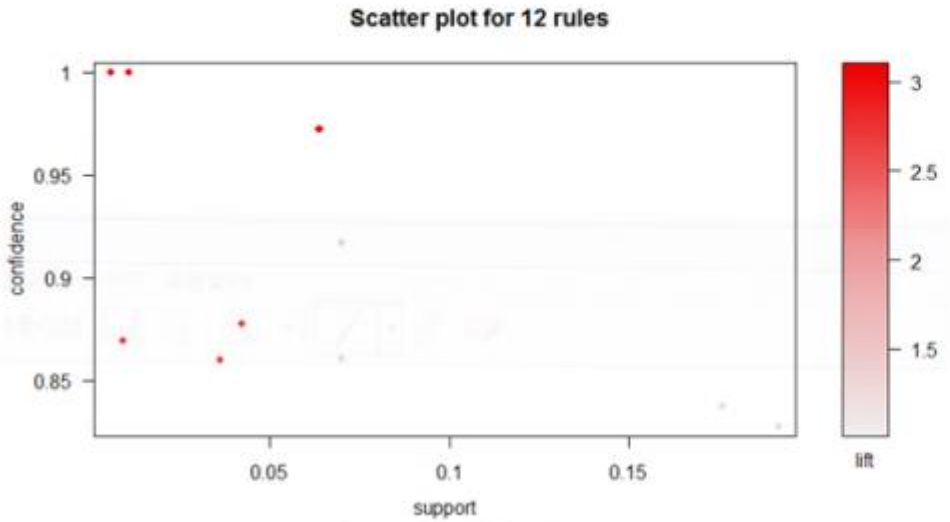


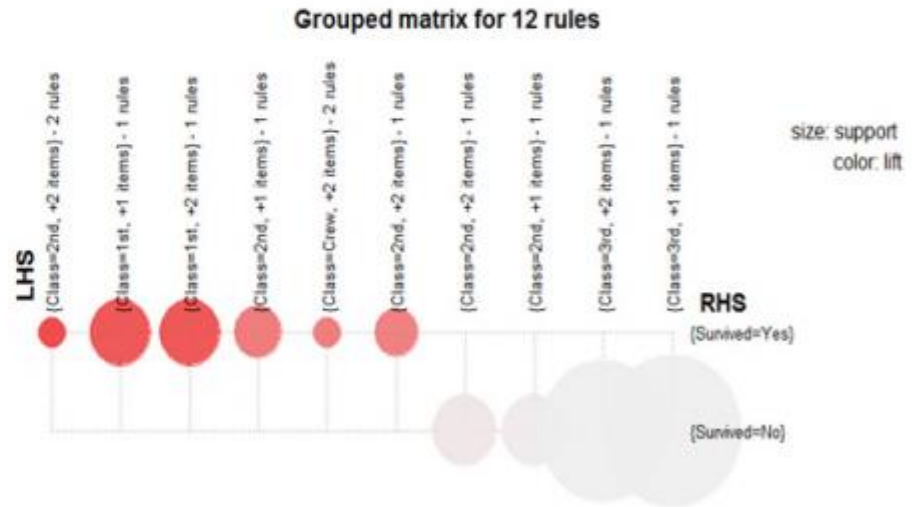
```
> plot(rules.all, method="grouped")
```



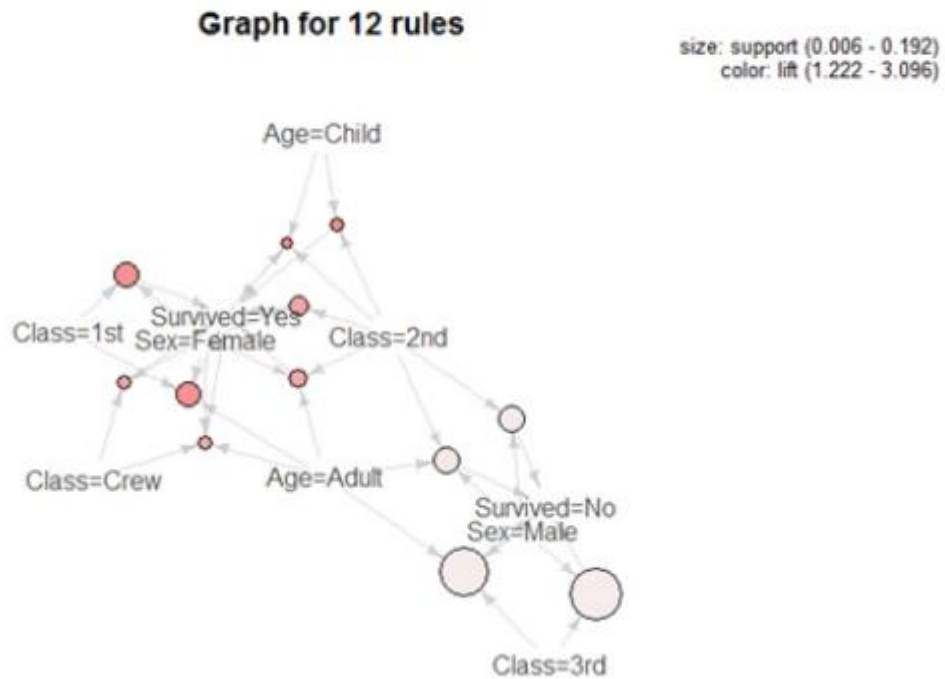
- {Class=Crew, +2 items}-1 rules 은 연관규칙의 좌변(LHS)이 "{Class=Crew, +2 items}: {승무원석+ 2개 조건이 추가}"임을 말하며, 규칙의 우변(RHS)은 {Sex=Male}임을 의미하며, 이 조건을 만족하는 연관규칙이 1개(1 rules) 있음을 나타냄
- 원의 크기는 지지도를 나타내며, 색이 진할수록 향상도가 큼을 의미

```
> plot(rules.sorted)    # 12개 규칙
> plot(rules.sorted, method="grouped")
```

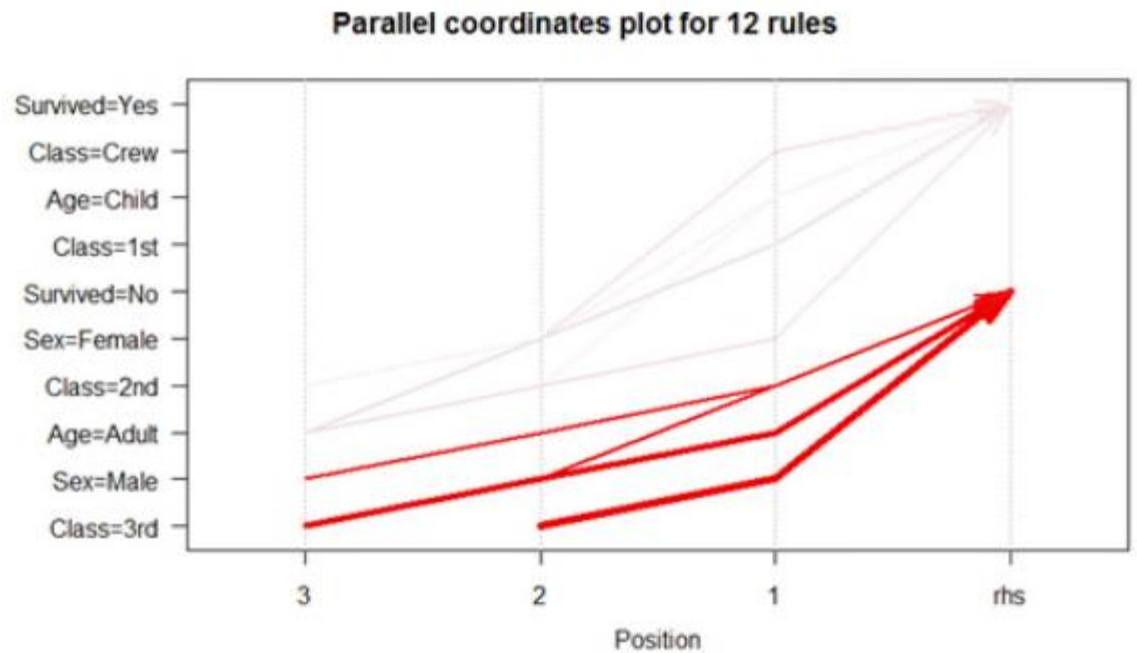




```
> plot(rules.sorted, method="graph", control=list(type="items"))
> # 10개 item(10=4+2+2+2)
```



```
> # 평행좌표그림
> plot(rules.sorted, method="paracoord", control=list(reorder=TRUE))
> # 12개 규칙: 규칙 [1]~[8]은 Survived=Yes, [9]~[12]는 Survived=No
```

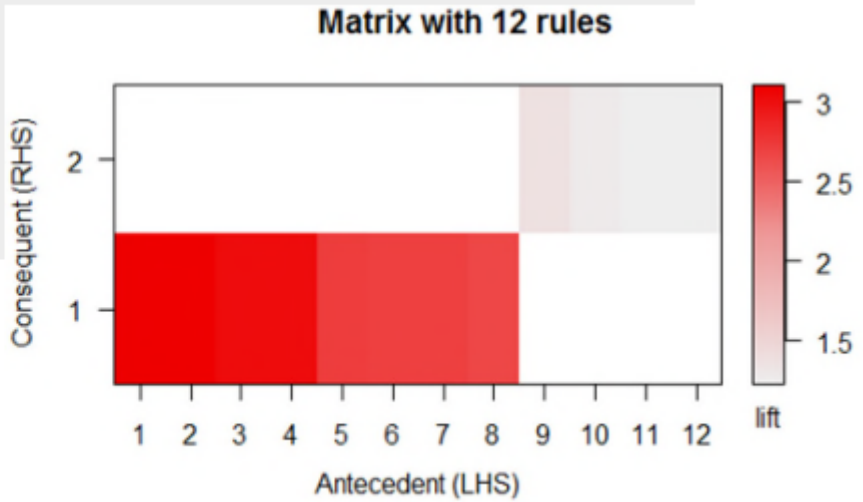


```
> ## 대화식(interactive) 그림
> # 선택된 규칙을 조사(inspect), 줌인(줌아웃), 규칙 필터링(color key에서 절단값 클릭)
> plot(rules.sorted, measure=c("support", "lift"),
       shading="confidence", interactive=TRUE)    # 동적 시각화 제공
Interactive mode.
Select a region with two clicks!

Number of rules selected: 4
   lhs                                rhs             support confidence lift order
[1] {Class=1st,Sex=Female}            => {Survived=Yes} 0.0641  0.972      3.01  3
[2] {Class=1st,Sex=Female,Age=Adult}  => {Survived=Yes} 0.0636  0.972      3.01  4
[3] {Class=2nd,Sex=Female}            => {Survived=Yes} 0.0423  0.877      2.72  3
[4] {Class=2nd,Sex=Female,Age=Adult}  => {Survived=Yes} 0.0363  0.860      2.66  4
```


Scatter plot for 12 rules
lift
3
2.5
2
1.5
0.05
0.1
0.15
support
confidence
1
0.95
0.9
0.85
inspect
filter
zoom in
zoom out
end

```
> ## 행렬-기반 시각화
> plot(rules.sorted, method="matrix", measure="lift")
Itemsets in Antecedent (LHS)
 [1] "{Class=2nd,Age=Child}"
 [2] "{Class=2nd,Sex=Female,Age=Child}"
 [3] "{Class=1st,Sex=Female}"
...
 [11] "{Class=3rd,Sex=Male,Age=Adult}"
 [12] "{Class=3rd,Sex=Male}"
Itemsets in Consequent (RHS)
 [1] "{Survived=Yes}" "{Survived=No}"
```



```
> plot(rules.sorted, method="matrix3D", measure="lift",
   control=list(reorder=TRUE))
Itemsets in Antecedent (LHS)
[1] "{Class=2nd,Age=Child}"
[2] "{Class=2nd,Sex=Female,Age=Child}"
[3] "{Class=1st,Sex=Female}"
...
[11] "{Class=2nd,Sex=Male}"
[12] "{Class=2nd,Sex=Male,Age=Adult}"
Itemsets in Consequent (RHS)
[1] "{Survived=No}" "{Survived=Yes}"
```