PERTEMUAN 9

KETIDAKPASTIAN EXPERT SYSTEM (SISTEM PAKAR) BERBASIS RULE

A. Tujuan Pembelajaran

Seteleh menyelesaikan materi pada pertemuan ini, mahasiswa mampu memahami Ketidakpastian sistem pakar berbasis rule.

B. Uraian materi

1. Ketidakpastian sistem pakar berbasis rule

a. Probabilitas

Probabilitas ini dilakukan terhadap peristiwa yang diberi nama E dandilakukan sebanyak n diantara N

P(E)=n/N, dengan batas-batas : $0 \le P(E) \le 1$. . . . . (9.1)

Apabila P(E) =0 , dengan hasil peristiwa tersebut mustahil, dilain sisi apabila P(E)=1, dengan hasil E nyata. Sehingga ketika Ē adalah bukan E, maka hasilnya“

$P(\bar{E}) = 1 - P(\bar{E})$ . . . .(9.2)

b. *Probabilitas* bersyarat

Probabilitas bersyarat dilakukan apabila peristiwa B didahulukan disebut P(A|B) dengan rumus:

$P(A|B)= \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$ . . . .(9-4)

atau sebaliknya

Karena, P(A∩B) = P(B∩A), makadiperoleh:

$$P(A|B) = \frac{\mathrm{P(B|A)} \times \mathrm{PA(A)}}{\mathrm{P(B)}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9.5)$$

Example:

P(Fatih mengalami gejala Covid | Fatih merasakan flu) = 0,8

Mempunyai aturan yang samaa denganberikut

IF Fatih merasakan flu **THEN** Fatih mengalami gejala Covid (0,8)

Mempunyai aturan yang sama dengan berikut

“JIka Fatih mengalami flu, maka probabilitas(kemungkinan) Fatih gejala Covid adalah 0,8”

c. Bayes Teorem

Teori bayes dengan faktayang bersifat tunggal E serta kesimpulan yang bersifat tunggal H sebagai berikut:

melalui:

$$p(H|E) = \frac{p(E|H) \times p(H)}{p(E)} \quad \text{.......} \quad (9.6)$$

p(H|E) = Kenumgkinan kesimpulan H dengan fakta E

p(E|H) = kemungkinan timbulnya fakta E, apabila kesimpulan H terjadi.

p(H) =Kemungkinan kesimpulan H tidak memandang fakta

P(E) = kemungkinan fakta E tidak memandang apapun.

Example

Apabila, p(Covid) = 0,4 p(flu) = 0,3 P(covid|flu) = 0,75

a. Hitunglah value dari P(covid|flu) ?

b. Hitunglah value dari P(covid|flu) jika p(covid) = 0,1 ?

answer:

a. $P(\text{covid}|\text{flu}) = \frac{P(\text{covid}|\text{flu}) x p(\text{flu})}{P(\text{covid})} = \frac{0,75x0,3}{0,4} = 0,56$

b. $P(\text{covid}|\text{flu}) = \frac{P(\text{covid}|\text{flu}) x p(\text{flu})}{P(\text{covid})} = \frac{0,75x0,3}{0,1} = 2,25$

Tetapi kemungkinan harus diantara 0 dan 1.Apanya yang salah?

Perlu diperhatikan: p(covid) dengan ≥ p(covid ∩ flue)

p(covid) dengan ≥ p(covid ∩ flue)

p(covid ∩ flue) = p(covid ∩ flue) x P(covid)

= 0,75× 0,3=0,225

sehingga, p(covid) ≥ 0,225

Untuk nilai p(covid) = 0,1 tidak sesuai dengan kriteria maka hitungan tidak benar.

Teori bayes untuk fakta tunggal E serta kesimpulan ganda H1, H2 ……, Hn adalah

$$p(\mathrm{H_i}|)\mathrm{E} = \frac{\mathrm{p(E|H_i)\times p(H}}{\sum_{k=1}^{n}\mathrm{p(E|H}k)} \cdots\cdots \quad (9.7)$$

Dengan:

p(H_i|E) = kemungkina kesimpulan H_i terjadi jika *fakta*E terjadi.

p(E|H_i) = kemungkinan timbulnya fakta E apabila kesimpulan H_i terjadi.

p(H) = kemungkinan kesimpulan H_i tidak melihatfakta apapun

N = banyaknya kesimpulan yang terjadi

Untuk fakta ganda E1,E2……, En dan kesimpulan ganda H1,H2……,Hn ialah:

$$\mathrm{p(H_i|E2 \ldots Em)} = \frac{\mathrm{p(E1\ E2 \ldots Em\ |H_i)\times p(H_i)}}{\sum_{k=1}^{n}\mathrm{p(E1\ E2 \ldots Em\ |Hk)}} \cdots\cdots (4-8)\ (9.8)$$

“Untuk mengaplikasikan persamaan (9.8), harus dilihat terlebih dahuluprobabilitas bersayarat melalui semua *evidence-evidence*.sehingga, aturan(9.8) diganti dengan persamaan (9.9)”.

$$\mathrm{p(H_i|E2 \ldots Em\ )} = \frac{\mathrm{p(E1|\ H_i)|H_i)\times p(E2|H_i \times \ldots \times p(Em|H_i)\times p(Em\ |H_i\times p(H_i)}}{\sum_{k=1}^{n}\mathrm{p(E1|Hk)\times p(E2|Hk)\times \ldots \times p(Em\ |Hk)\times p(Hk)}} \cdots\cdots (4-9)(9\text{-}9)$$

Contoh

“Table 9.1 berikut menunjukan kemungkinana secara bersyarat *evidence* E1,E2,E3 dan H1 H2 dan H3 sebagai hipotesisnya. Sebagai contoh pengamatan terhadap *evidence* E3, hitung kemungkinan terjadi hipotesis” :

a. H1 apabila awalnya hanya fakta E3 yang bisa di amati
b. H2 apabila awalnya hanya fakta E3 yang bisa di amati
c. H3 apabila awalnya hanya fakta E3 yang bisa di amati

Tabel 9.1 tabel probabilitas bersyarat *evidence*

Probabilitas	Hipotesis		
	i=1	*i*=2	*i*=3
$p(H_i)$	0.40	0.35	0.25
$p(E1\|H_i)$	0.3	0.8	0.5
$p(E2\|H_i)$	0.9	0.0	0.7
$p(E3\|H_i)$	0.6	0.7	0.9

Jawab :

Permasalahan ini merupakan teori bayes dengan fakta tunggal E dan kesimpulannjamak H1,H2, H3 melalui rumus ini :

$$p(H_i|E) = \frac{p(E|H_i)\times p(H_i}{\sum_{k=1}^{n} p(E|Hk)\times p(Hk)}$$

jadi,

$$p(H_i|E3) = \frac{p(E3|H1)\times p(H1)}{p(E3|H1)\times p(H1) + p(E3|H2)\times p(H2) + p(E3|H3)\times p(H3)}$$

$$= \frac{0{,}6\times 0{,}4}{0{,}6\times 0{,}4 + 0{,}7\times 0{,}35 + 0{,}9\times 0{,}25} = 0{,}34$$

$$p(H_i|E3) = \frac{p(E3|H2)\times p(H2)}{p(E3|H1)\times p(H1) + p(E3|H2)\times p(H2) + p(E3|H3)\times p(H3)}$$

$$= \frac{0{,}7\times 0{,}35}{0{,}6\times 0{,}4 + 0{,}7\times 0{,}35 + 0{,}9\times 0{,}25} = 0{,}34$$

$$p(H_i|E3) = \frac{p(E3|H2)\times p(H2)}{p(E3|H1)\times p(H1) + p(E3|H2)\times p(H2) + p(E3|H3)\times p(H3)}$$

$$= \frac{0{,}9\times 0{,}25}{0{,}6\times 0{,}4 + 0{,}7\times 0{,}35 + 0{,}9\times 0{,}25} = 0{,}32$$

Terlihat fakta E3 teramati, sehingga kesimpulan terhadap H1 mengalami pengurangan serta H2 menjadi sama. Di lain sisi conclution terhadap H3 meningkat, nyaris menyamai H1 serta H2

Setelah mengamati kesimpuan E3 lalu fakta E1, carilah kemungkinanterjadi sengan kesimpulan ?

a. H1 apabila teramati dengan fakta E1

b. H2 apabila teramati dengan fakta E1

c. H3 apabila teramati dengan fakta E1

Jawab:

Permasalah ini merupakan teori bayes dengan fakta yang bersifat jamak E1, E3 melalui kesimpulan yang bersifat jamak H1, H2, dan H3 dengan rumus ini:

$$p(H_i|E1E3) = \frac{0,3 \times 0,6 \times 0,4}{0,3 \times 0,6 \times 0,4 + 0,8 \times 0,70,35 + 0,5 \times 0,9 \times 0,25} = 0,19$$

$$p(H1|E1E3) = \frac{0,3 \times 0,6 \times 0,4}{0,3 \times 0,6 \times 0,4 + 0,8 \times 0,70,35 + 0,5 \times 0,9 \times 0,25} = 0,19$$

$$p(H2|E1E3) = \frac{0,8 \times 0,7 \times 0,35}{0,3 \times 0,6 \times 0,4 + 0,8 \times 0,70,35 + 0,5 \times 0,9 \times 0,25} = 0,52$$

$$p(3_i|E1E3) = \frac{0,5 \times 0,9 \times 0,25}{0,3 \times 0,6 \times 0,4 + 0,8 \times 0,70,35 + 0,5 \times 0,9 \times 0,25} = 0,29$$

Melalui pengamatan fakta E1, kemudian diamati pula fakta E2, hitunglah kemungkinan terjadi kesimpulan:

a. H1 apabila kemudian teraamati dengan fakta E2.
b. H2 apabila kemudian teraamati dengan fakta E2.
c. H3 apabila kemudian teraamati dengan fakta E2.

Answer :

$$p(H_i|E1E2E3) = \frac{p(E1|H_i) \times p(E2|H_i) \times p(E3|H_i) \times p(H_i)}{p(E1|H1) \times p(E2|H1) \times p(E3|H1) \times p(H1) + p(E1|H2) \times p(E2|H1) \times p(E3|H2) + p(E2|H3) \times p(E3|H_i) \times p(E3|H3) \times p(H3)}$$

$$P(H_i|E1E2E3 = \frac{0,3 \times 0,9 \times 0,6 \times 0,4}{0,3 \times 0,9 \times 0,06 \times 0,4 + 0,8 \times 0 \times 0,7 \times 0,35 + 0,5 \times 0,7 \times 0,9 \times 0,25} = 0,45$$

$$P(H_i|E1E2E3 = \frac{0,8 \times 0 \times 0,7 \times 0,35}{0,3 \times 0,9 \times 0,06 \times 0,4 + 0,8 \times 0 \times 0,7 \times 0,35 + 0,5 \times 0,7 \times 0,9 \times 0,25} = 0$$

$$P(H_i|E1E2E3 = \frac{0,5 \times 0,7 \times 0,9 \times 0,25}{0,3 \times 0,9 \times 0,06 \times 0,4 + 0,8 \times 0 \times 0,7 \times 0,35 + 0,5 \times 0,7 \times 0,9 \times 0,25} = 0,55$$

d. *Certainty Factor* (FaktorKepastian)

Tahun 1975 menurut Shortliffe dan Buchanan "*Certainty Factor Teorem*(CF) diusulkan untuk menelaah suatu ketidak mungkinan (*inexact reasoning*) kepakaran seseorang. Kepakaran seorang ahli melalui pernyataan mungkin, kemungkinan besar, hampir pasti. certainty factor (CF) yang digunakan mendeskripsikan keyakinan pada permasalahan tertentu".

CF dibagi menjadi 2 yaitu :

1) E. H. Shortliffe dan B. G. Buchanan mengusulkan "Metode *Net Belie* "

CF(Rule) + MB (H,E) - MD (H,E) .... (9-10)

$$MB(H,E) = \begin{cases} 1 & P(H) = 1 \\ \dfrac{\max[P(H|E).P(H)] - P(H)}{\max[1,0] - P(H)} & \text{lainnya} \end{cases} \quad \text{.............................. (9-11)}$$

$$MD(H,E) = \begin{cases} 1 & P(H) = 0 \\ \dfrac{\max[P(H|E).P(H)] - P(H)}{\max[1,0] - P(H)} & \text{lainnya} \end{cases} \quad \text{...(9.12)}$$

Di mana:

CF (Rule) = Faktor kepastian

MB(H,E) = Tingkat kepercayaanya suatu hipotesa H,apabila perumpamaan E (0< E<1)

MD(H,E) = Pengukuran ketidakpercayaanya H,apabila perumpamaan E (0< E<1)""

P(H) = Kemungkinan Fakta hipotesis H

P(H|E) = Kemungkinan H true melalui fact E

Contoh

"Apabila ada kepakaran terhadap penyakit kelamin melalui penyakit phimosis dengan kemungkinan 0.02. Dari data suatu lingkungan menerangkan 100 0rang terserang penyakit phimosis, 40 orang dengan gejala kulit berminyak. Melalui asumsi H=Phimosisdan E=KulitBerminyak, hitunglah factor kemungkinan penyakit kulit berminyak bisa menyebabkan penyakit phimosis"

Answer:

"P(Phimosis) = 0.02"

"P(Phimosis |Kulit Berminyak) = 40/100 = 0,4"

$$MB(H = \frac{\max[p(H|E, p(H)]}{\max[1,0] - p(H)}$$

$$= \frac{\max[0.4\ 0.02] - 0.02}{1 - 0.02} = \frac{0.4 - 0.02}{1 - 0.02} = 0{,}39$$

$$MB(H = \frac{\min[p(H|E, p(H)]}{\min[1,0] - p(H)}$$

$$= \frac{\min[0.4\ 0.02] - 0.02}{0 - 0.02} = \frac{0.02 - 0.02}{-0.02} = 0$$

"CF = 0,39 – 0= 0,39"

"Rule :**IF** (Gejala =Kulup Berminyak) **THEN** Penyakit = Phimosis (CF = 0,39)"

2) Wawancara secara langsung terhadap expert

Tabel berikut merupakan Nilai CF dengan memperhatikan term yang ada.

Contoh 4.9

Pakar:

"jika bersin dan

"Jika bersin dan susah bernapas,maka hampirdipastkan*(Almost certainly)*penyakitnya ialah Covid."

"Aturan: IF (bersin **AND** susah bernapas) **THEN penyakit**t =Covid (CF = 0.8)"

Tabel 9.2 Uncertain term

Uncertain Term	CF
Definitely not (pasti tidak)	-1.0
Almost certainly not (hampir pasti tidak)	-0.8
Probably not (kemungkinan besar tidak)	-0.6
Maybe not (mungkin tidak)	-0.4
Uknown (tidak tahu)	-0.2 to 0.2
Maybe (mungkin)	0.4
Probably (kemungkinan besar)	0.6
Almost certainly (hampir pasti)	0.8
Definitiely	1.0

e. Menghitung Certainly Factor Gabungan

Aturan yang digunakan sebagi berikut:

IF F1 AND F2…….AND Fn **THEN** G (CF aturan)

Atau **IF** F1 OR F2…….OR Fn **THEN** G (CF aturan)

Yang mana:

F1 … Fn : Evidenceyang digunakan

G : Kesimpulan

CF Aturan : Tingkatan terjadinya kesimpulan dengan keyakinan H disebabkan oleh evidence F1 …Fn

1) Fakta E tunggal serta kesimpulan H tunggal dengan aturannya

IF F **THEN** G (CF aturan)

CF(G,F) = CF(F) *x* CF(aturan)………………………………………… (9.13)

Catatan:

Pada praktiknya, expert menentukan nilai CF berupa rule, sedangkan nilai yang digunakan user(pengguna) disebut nilai CF(F) .

Example

“IF bulan ini kemarau (CF = 0.4) **THEN** bulan depan banjir 0,24.”

2) ‘evidence F Rule ganda dengan dan G tunggal sebagai Hipotesisnya’

‘IF F1 **AND** F2 ….. **AND** Fn **THEN** G (CF Rule)’

‘CF(G,F) = min [CF(F1), CF(F2, …., CF (Fn)] *x* CF (rule)’ ………(9-14)

‘IF F1 **OR**F2 ….. **OR**Fn **THEN** G (CF Rule’

‘CF(G,F) = max [CF(F1), CF(F2, …., CF (Fn)] *x* CF (rule)’ ……….(9-15)

Example

‘IF bersin (CF =0,3) **AND** susah bernafas (CF = 0,2) **AND** hidung tersumbat (CF = 0,7) **THEN** penyakit = Covid-19 (CF =0,3)’

‘CF (Covid-19, bersin ∩ susah bernafas ∩hidung tersumbat) =min[0,4;0,2;0,7] x0,3 = 0,2x0,3 =0,06’

‘dalam artian apabila gejala bersin,susah bernafas serta hidung tersumbat, sehingga tingkat kepastian terkena Covid-19 ialah 0,06.’

Example

‘IFbersin (CF= 0,4) **OR** susah bernafas(CF = 0,2) **OR** hidung tersumbat(CF = 0,7) **THEN** penyakit = Covid-19(CF = 0,3)’

‘CF (Covid-19, bersin∪ susah bernafas∪ hidung tersumbat)=max[0,4;0,2;0,7] x0,3 = 0,7 x0,3=0,21’

‘dalam artian apabila gejala bersin,susah bernafas serta hidung tersumbat, maktingkat kepastian penyakit Covid-19 adalah 0,21’

3) 'dua buah rule dikombinasikan dengan evidence yang berbeda (F1 dan F2), dengan acuan tetap menggunakan hipotesis yang sama'

'IF F1 THEN G' Rule 1 CF (G,F1) = CF1xCF(Rule1)

'IF F2 THEN G' Rule 1 CF (G,F2) = CF2xCF(Rule2)

$$CF(CF1, CF2) = \begin{cases} CF1 + CF2\ (1\text{-}CF1) & \text{Jika } CF1 > 0 \text{ dan } CF2 > 0 \\ \text{Jika } CF1 < 0 \text{ dan } CF2 < 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9\text{-}16) \\ CF1 + CF2 \times (1\text{-}CF1) & \text{Jika } CF1 < 0 \text{ dan } CF2 < 0 \\ \dfrac{CF1+CF2}{1-\min[|CF1|,|CF2|]} \end{cases}$$

Example

Aturan1:IF Gatal Then penyakit=Scabies (CF=0,8)

Aturan2: IF Lebam Then penyakit=Scabies (CF=0,6)

HitungCF gabunganjika :

1) CF(gatal)=1 dan CF(lebam)=1
2) CF(gatal)=1 dan C(lebam)=-1
3) CF(bgatal=- dan CF(lebam)=-1

Answer:

a. CF1 =C(gatal) xCF(Rule1) =1 x0,8 = 0,8
CF2= C(lebam) x CF(Rule2) = 1x 0,6=0,6
CF =CF1+CF2(1=CF1)
= 0,8+0,6(1- 0,8)
= 0,92

b. CF_1= C(gatal) x CF(Rule1) = 1 x 0,8 = 0,8
CF_2= C(lebam) x CF(Rule2) = -1 x 0,6 = - 0,6
$CF = \dfrac{CF_1 + CF_2}{1 - \min[|CF_1|,|CF_2|]} = \dfrac{0,8 - 0,6}{1 - \min[0,8;0,6]} = \dfrac{0,2}{1\text{-}0,6} = 0,5$

c. CF_1=C(gatal) x CF(Rule1) = - 1 x 0,8 = - 0,8
CF_2= C(lebam) x CF(Rule2) = -1 x 0,6 = - 0,6
CF =CF_1+CF_2(1+CF_1)
=-0,8–0,6(1–0,8)
=-0,92

C. Soal Latihan/ Tugas

Jika diketahui terdapat Aturan1:IF Kutuan Then penyakit=Gatal (CF=0,8)

Aturan2: IF ketombe Then penyakit=Gatal (CF=0,6)

HitungCF gabunganjika :

1. CF(kutuanl)=1 dan CF(ketombe)=1

2. CF(kutuan)=1 dan C(ketombe)=-1
3. CF(kutuan=- dan CF(ketombe)=-1

D. Referensi

Sutojo T, Mulyanto E, Suhartono V.2011. kecerdasan buatan. ANDI. Yogyakarta.

Turban, Efraim. 1995. Decision support and expert systems Management support systems(fourth edition). Prentice-Hall International, Inc.