



# Wrocław University of Technology

## Wnioskowanie w ES

Halina Kwaśnicka

Instytut Informatyki Stosowanej

Politechnika Wrocławska

[Halina.kwasnicka@pwr.edu.pl](mailto:Halina.kwasnicka@pwr.edu.pl)

# Wnioskowanie w przód

- Równoważne nazwy:
  - *wnioskowanie sterowane danymi*
  - *wnioskowanie w kierunku celu* (ang. *Forward chaining*)
- Polega na generowaniu nowych faktów na podstawie posiadanego zbioru reguł i zaobserwowanych faktów
- Jest to wnioskowanie dedukcyjne, poprawne logicznie
- Przykład:
  - Co moglibyśmy zrobić, gdyby w czasie prowadzenia samochodu zaczęła nagle wzrastać temperatura silnika? Możliwe reguły:
  - $R_1$ : Jeśli *samochód się przegrzeje*, to *samochód stanie*.
  - $R_2$ : Jeśli *samochód stanie*, to *będzie mnie to kosztowało* (wydatek) i (AND) *spóźnię się do pracy*.
  - $R_3$ : Jeśli *spóźnię się do pracy*, to *nie wykonam planu*
  - $R_4$ : Jeśli *nie wykonam miesięcznego planu*, to *nie otrzymam premii*

# Forward Chaining - paradygmat wnioskowania w przód

1. ES zaczyna pracę z przynajmniej jednym faktem (warunek).
2. Dla każdego warunku Maszyna Wnioskująca szuka reguł w bazie wiedzy, których część IF odpowiada warunkowi (warunkom).
3. Jeśli przesłanka jest prawdziwa, produkowana jest konkluzja jako prawdziwa (dedukowane fakty są dodawane do systemu).
4. Dla każdego dodanego faktu następuje powrót do punktu 2.
5. Wnioskowanie jest zatrzymywane, kiedy wszystkie konkluzje (fakty) są przeanalizowane. Dedukowane fakty są wyjściem systemu.

# Forward Chaining – przykład

Baza wiedzy:

- 10. IF INTEREST=FALL  
THEN STOCK=RISE
- 20. IF INTEREST=RISE  
THEN STOCK=FALL
- 30. IF DOLLAR=FALL  
THEN INTEREST=RISE
- 40. IF DOLLAR=RISE  
THEN INTEREST=FALL
- 50. IF FEDIN=FALL AND FEDMON=ADD  
THEN INTEREST=RISE

Nazwa zmiennej	Znaczenie zmiennej
INTEREST	Kierunek stopy zysku
DOLLAR	Zmiana kursu dolara
FEDIN	Urząd Rezerw federalnych zmniejsza rezerwy w systemie bankowym
FEDMON	Urząd Rezerw federalnych zwiększa rezerwy w systemie bankowym
STOCK	Kierunek zmian na giełdzie

# F.Ch.: Przetwarzanie bazy wiedzy

R10. 1. INTEREST

2.

3.

4.

R20. 5. INTEREST

6.

7.

8.

R30. 9. DOLLAR

10.

11.

12.

R40. 13. DOLLAR

14.

15.

16.

R50. 17. FEDIN

18. FEDMON

19.

20.

Clause variable list

BRAK STOCK

INTEREST RISE

DOLLAR FALL

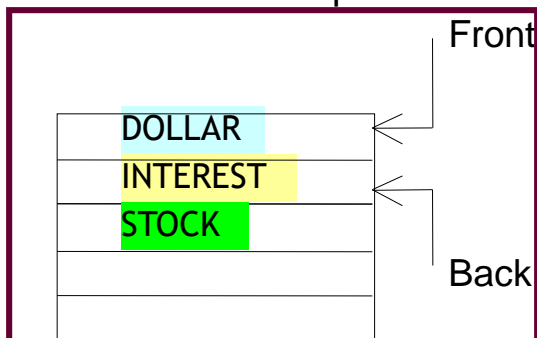
FEDIN ...

FEDMON ...

Variable list

Rule no.	Clause no.

Clause variable pointer



Conclusion variable queue

PUSTA!

Baza Wiedzy:

10. IF INTEREST=FALL THEN STOCK=RISE

20. IF INTEREST=RISE THEN STOCK=FALL

30. IF DOLLAR=FALL THEN INTERES=RISE

40. IF DOLLAR=RISE THEN INTEREST=FALL

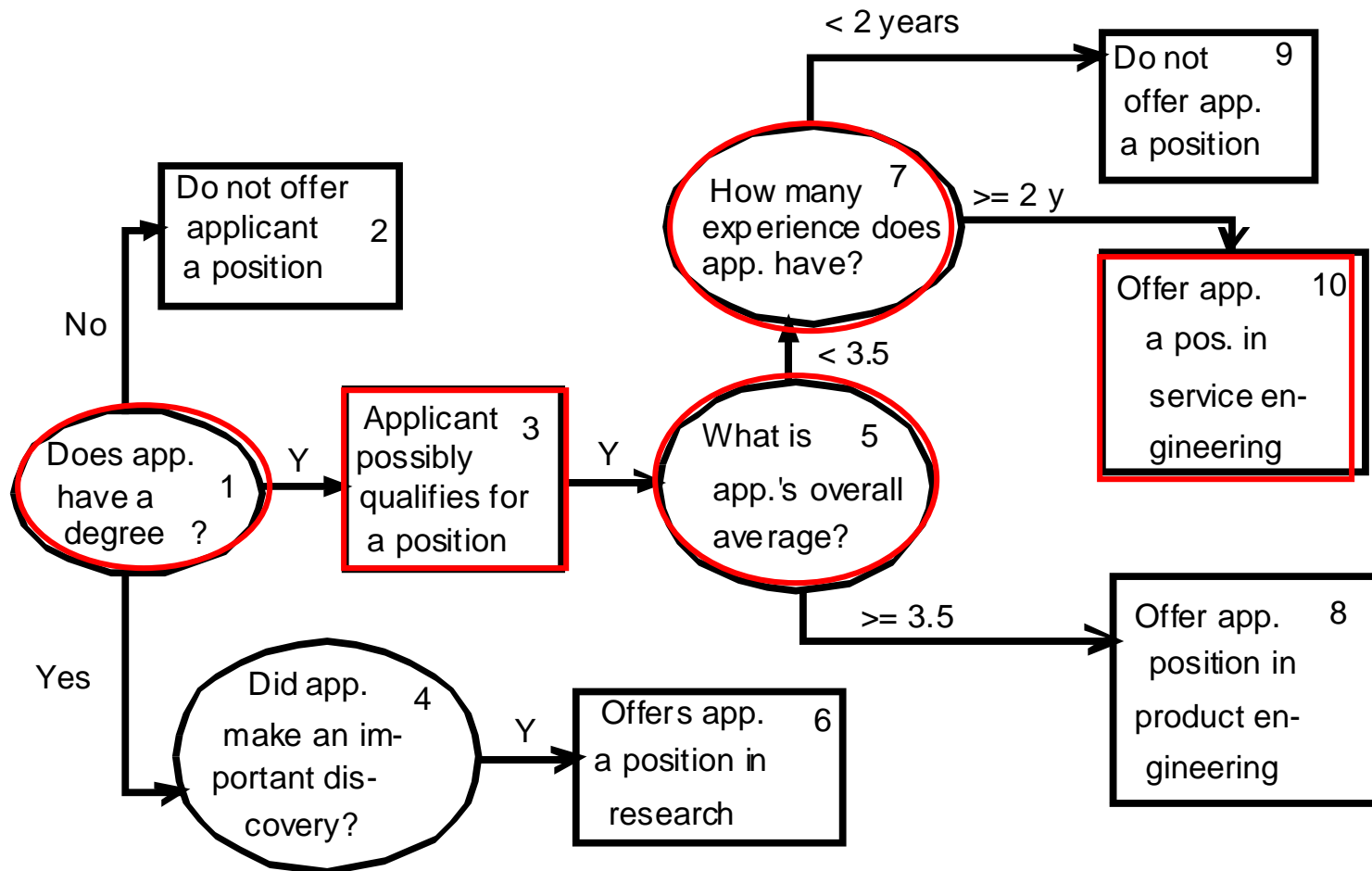
50. IF FEDIN=FALL AND FEDMON=ADD  
THEN INTEREST=RISE

Początkowy fakt:  
DOLLAR=FALL

Wniosek: INTEREST=RISE

Wniosek: STOCK=FALL

# Drzewo decyzyjne - reprezentacja wiedzy



# Backward Chaining - wnioskowanie w tył

## Baza wiedzy:

- 10. **IF** DEGREE=NO **THEN** POSITION=NO
- 20. **IF** DEGREE=YES **THEN** QUALIFY=YES
- 30. **IF** DEGREE=YES **AND** DISCOVERY=YES  
    **THEN** POSITION=RESEARCH
- 40. **IF** QUALIFY=YES **AND** GRADE < 3.5 **AND** EXPERIENCE  $\geq$  2  
    **THEN** POSITION=SERVICE ENGINEER
- 50. **IF** QUALIFY=YES **AND** GRADE < 3.5 **AND** EXPERIENCE < 2  
    **THEN** POSITION=NO
- 60. **IF** QUALIFY=YES **AND** GRADE  $\geq$  3.5  
    **THEN** POSITION=PRODUCT ENGINEER

# Wnioskowanie stosując Backward Chaining

10. POSITION  
20. QUALIFY  
30. POSITION  
40. POSITION  
50. POSITION  
60. POSITION

*conclusion list*

DEGREE YES  
DISCOVERY value  
EXPERIENCE value  
GRADE value

*variable list*

QUALIFY: YES

GRADE ? : 4

10:  
1.DEGREE  
2.

3.  
4.

20:  
1.DEGREE

2.  
3.  
4.

30:  
1.DEGREE  
2.DISCOVERY  
3.  
4.

40:  
1.QUALIFY  
2. GRADE  
3.EXPERIENCE  
4.

50:  
1.QUALIFY  
2.GRADE  
3.EXPERIENCE  
4.

60:  
1.QUALIFY  
2.GRADE  
3.  
4.

*Clause variable list*

10. IF DEGREE=NO THEN POSITION=NO  
20. IF DEGREE=YES THEN QUALIFY=YES  
30. IF DEGREE=YES AND DISCOVERY=YES  
THEN POSITION=RESEARCH  
40. IF QUALIFY=YES AND GRADE < 3.5 AND  
EXPERIENCE ≥ 2  
THEN POSITION=SERVICE ENGINEER  
50. IF QUALIFY=YES AND GRADE < 3.5 AND  
EXPERIENCE < 2  
THEN POSITION=NO  
60. IF QUALIFY=YES AND GRADE ≥ 3.5  
THEN POSITION=PRODUCT ENGINEER

20	1
60	2
Rule no.	Clausule no.

*Conclusion stack*

Hypothesis: POSITION=PRODUCT ENGINEER

Knowing: DEGREE=YES



# Przetwarzanie bazy wiedzy - wnioskowanie w tył (BCh)

1. Określ konkluzję
2. Przeszukaj listę konkluzji, znajdź nazwę konkluzji
3. Ustal IF klauzule w części IF (warunki) reguły
4. Jeśli jedna z klauzul IF nie ma wartości, i nie jest zmienna konkluzji, zapytaj użytkownika o jej wartość
5. Jeśli jest zmienna konkluzji w innej regule, zapisz numer tej reguły na wierzchu stosu konkluzji i idź do kroku 3
6. Jeśli wyrażenie na wierzchu stosu nie może być ustalone za pomocą tej reguły, usuń go ze stosu i wyszukaj na liście konkluzji innego wyrażenia z tą zmienną
7. Jeśli znajdziesz, idź do kroku 3
8. Jeśli nie ma więcej konkluzji na stosie z ta nazwą, to reguła dla poprzedniej konkluzji jest fałszywa. Jeśli nie ma poprzedniej konkluzji, nie można znaleźć odpowiedzi. Jeśli jest, wróć do kroku 6
9. Powtórz powyższe (idąc do 3) aż żadnej innej zmiennej konkluzji nie ma w kolejce