

# Dopredný produkčný systém

Produkčný systém je znalostný systém, má teda znalosti, s ktorými pracuje. Obsahuje:

- **bázu znalostí** = majú presne určenú štruktúru
- **samotný program** = pracuje s týmito znalosťami, rozširuje ich

Každá znalosť môže vyjadrovať informáciu o danom objekte, alebo súvislosť medzi viacerými objektami. Je dôležité, aby program nebol závislý na konkrétnych znalostiach, musí pracovať iba s vopred definovaným **formalizmom reprezentácie znalostí**. Systém teda konkrétne znalosti nepozná a nezaujíma ho, pozná iba presnú štruktúru pravidiel/faktov a to, ako ich spracovávať.

Produkčný systém pracuje na základe modus ponens, odvodzuje nad bazou znalostí a tým ju rozširuje - pridáva nové fakty. Ak systém nemá k dispozícii dostatok údajov, môže kľásť otázky.

Pri implementácii bázy znalostí rozdeľujeme fakty a pravidlá.

## Fakty

Sú to vlastne pravdivé výroky. Tieto sa nikdy nemenia, pričom na začiatku musia nejaké existovať, aby sme mali nad čím odvodzovať. Počas behu programu ale môžu pribúdať, a na rozdiel od pravidiel neobsahujú premenné.

muz Jano  
Jano je otec Maria

## Produkčné pravidlá

Produkčné pravidlá sú tiež nemenné, no nemôžu pribúdať žiadne nové. Každé pravidlo obsahuje podmienku (IF) a následnú akciu (THEN). Okrem toho môže obsahovať aj meno = identifikátor pravidla.

## Podmienky

Podmienky môžu byť **elementárne**, alebo **zložené** = konjunkcia viacerých elementárnych podmienok. Tieto elementárne podmienky rozdeľujeme na:

### Vzor faktu

Ak je podmienka vzorom faktu, splnená je vtedy, ak sa po dosadení hodnôt zhoduje s nejakým faktom. Písmena (napr. ?X a ?Y) predstavujú premenné, za ktoré sa dosadzujú hodnoty.

?X je muz  
?X je rodic ?Y

Takáto podmienka bude splnená, ak hodnota dosadená za X (nejaký človek) bude muž, resp. ak naozaj báza znalostí obsahuje fakt, že nejaký človek je otec iného človeka.

### Špeciálna podmienka

Splnenie špeciálnej podmienky vyplýva z jej tvaru.

<> ?X ?Y

Táto podmienka je splnená, ak sa X nezhoduje s Y.

Zložená podmienka vznikne konjunkciou elementárnych, napr.:

?X je muz & ?X je rodic ?Y

## Akcie

Ak sú splnené podmienky daného pravidla, vykoná sa akcia/akcie. Základne typy sú:

- PRIDAJ = pridá fakt do bázy poznatkov
- VYMAZ = vymaže fakt z bázy poznatkov
- SPRAVA = vypíše správu
- OTAZKA

Akcie vždy obsahujú nejaký vzor faktu (ako pri podmienkach) s premennými.

PRIDAJ ?X je syn ?Y

VYMAZ ?Z je muz

Ak teda spojíme podmienky a akcie, jedno z pravidiel by mohlo vyzeráť:

IF                ?X je rodic ?Y & ?X je muz

THEN           PRIDAJ ?X je otec ?Y

Ak je X rodič Y a zároveň je to muž, do bázy poznatkov (konkrétne faktov) môžeme pridať informáciu, že X je otec Y.

## Postup odvodzovania

1. načítaj všetky fakty a pravidlá
2. vytvor zoznam všetkých pravidiel, ktoré sa dajú na dané fakty aplikovať = pre každé pravidlo teda prejdí cez všetky fakty a zisti, či na základe týchto faktov nie sú splnené všetky jeho podmienky, dostávajú inštancie pravidiel
3. odfiltruj všetky také inštancie pravidiel, ktoré už existujú alebo by nezmenili by bázu znalostí = do výstupného zoznamu vlož iba také pravidlá PRIDAJ, ktoré pridajú nový, ešte neexistujúci fakt alebo také VYMAZ, ktoré vymažú fakt, ktorý existuje
4. ak je výstupný zoznam prázdny, ukonči, inak 4
5. vyber jedno pravidlo a vykonaj ho = pridaj ho medzi fakty / vymaž ho, pričom sa zvyčajne vyberá prvá položka v zozname
6. opakuj 2

## Príklad

Báza znalostí	
Báza faktov	Báza pravidiel
muz Milan	IF    ?X je rodic ?Y & manzelia ?X ?Z
muz Jano	THEN pridaj ?Z je rodic ?Y
zena Viera	
zena Maria	IF    ?X je rodic ?Y & manzelia ?Z ?X
Jano je rodic Milan	THEN pridaj ?Z je rodic ?Y
Viera je rodic Maria	
manzelia Jano Viera	IF    ?X je rodic ?Y & muz ?X
	THEN pridaj ?X je otec ?Y
	IF    ?X je rodic ?Y & zena ?X
	THEN pridaj ?X je matka ?Y
	IF    ?X je rodic ?Y & ?X je rodic ?Z & <> ?Y ?Z
	THEN pridaj ?Y a ?Z su surodenci

Začínáme s 7 faktami, nad ktorými budeme pomocou 5 pravidiel postupne odvodzovať ďalšie.

Prvá dva pravidlá rozpoznávajú druhého rodiča v prípade, že v báze znalostí je zapísaný iba jeden. Používame dva preto, lebo fakt (manzelia X Y) môže byť zapísaný dvoma spôsobmi, s vymeneným poradím, preto ošetrujeme oba prípady. Ďalšie dva pravidlá priradujú rodičovi s mužským pohlavím otcovstvo a vice versa. Posledné pravidlo určuje vzťah súrodenectva. Ak majú Y a Z spoločného rodiča X, pričom X a Y sú rôzne osoby, sú to súrodenci.

## Algoritmus

REPEAT:

FOR EACH pravidlo z bázy pravidiel:

nájdi všetky aplikovateľné pravidlá

do zoznamu vlož iba tie, ktoré zmenia bázu poznatkov

END

pridaj prvú inštanciu pravidla do bázy poznatkov

UNTIL báza poznatkov sa už nemení

V prvom cykle, ktorým prechádzame pravidlami, začíname s prvým pravidlom, ktoré rozpoznáva druhého rodiča. Pre toto pravidlo skontrolujeme každý jeden fakt. Prvé štyri fakty na toto pravidlo aplikovateľné nie sú (tvar podmienky: ?X je rodič ?Y nie je rovnaký ako tvar faktu: muž Milan alebo žena Viera). Pri fakte: Jano je rodič Milan sa za premennú X doplní Jano a za Y Milan. Tieto premenné si pamätáme, a použijeme ich aj pri druhej podmienke. Našli sme teda čiastočnú zhodu, teraz skontrolujeme všetky fakty odznova, pre druhú podmienku. Pri tomto opakovanom prechádzaní faktami sa bez zhody dostaneme až ku poslednému faktu, pri ktorom nám sedí X = Jano (ktoré si stále pamätáme) a za Z sa dosadí Viera. Podmienky sú splnené, takto vytvorenú akciu (pridaj Viera je rodič Milan) nazývame potencionálne aplikovateľná inštancia pravidla. Pokiaľ nebude odfiltrovaná (podľa bodu 3 sa zrušia niektoré z nich), dostane sa do zoznamu aplikovateľných inšancií pravidiel.

IF Jano(X) je rodič Milan(Y) & manzelia Jano(X) Viera(Z)

THEN pridaj Viera(Z) je rodič Milan(Y)

Rekurzívne sa vraciame do momentu, kedy sme splnili prvú podmienku, pokračujeme s ďalším faktom (Viera je rodič Maria), ktorý sa znova doplní za písmena X a Y. Tento krát ale neprejde druhá podmienka = v poslednom fakte (pri kontrole druhej podmienky) je ako prvý uvedený Jano, pričom v písmene X už máme uloženú Vieru. Pri prvom pravidle sa teda už nič nové neodvodí, prechádzame na druhé pravidlo.

Pri druhom pravidle sa odvodí akcia pridaj Jano je rodič Mária - tento krát sa to už podarí, lebo druhé pravidlo má zamenené poradie rodičov v druhej podmienke, teda v premennej X bude Jano a v Z bude Viera.

Posledná akcia, ktorá sa v tejto iterácii odvodí, je pomocou tretieho pravidla, konkrétne pridaj Jano je otec Milan.

Dostali sme zoznam troch akcií, pričom na konci prvú z nich vykonáme. Do bázy faktov teda pridáme fakt Viera je rodič Milan, ostatné zahodíme a celý proces opakujeme, až pokým nie je výstupný zoznam prázdny.

Po skončení programu bude báza faktov vyzeráť nasledovne:

muz Milan

muz Jano

zena Dana

zena Maria

Jano je rodič Milan

Viera je rodič Maria

manzelia Jano Viera

Viera je rodič Milan

Jano je rodič Maria

Jano je otec Milan

Jano je otec Maria

Milan a Maria su surodenci

Maria a Milan su surodenci