



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления»

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

Лабораторная работа № 7 по дисциплине «Функциональное и логическое программирование»

Тема Среда Visual Prolog

Студент Шахнович Дмитрий Сергеевич

Группа ИУ7-62Б

Преподаватели Толпинская Н.Б., Строганов Ю.В.

Москва, 2025

1 Задание

Разработать программу – «Телефонный справочник и автомобили». Абоненты могут иметь несколько телефонов. Протестировать работу программы используя разные вопросы.

— «Телефонный справочник»: фамилия, номер телефона, адрес – структура(город, улица, номер дома, номер квартиры);

— «Автомобили»: фамилия владельца, марка, цвет, стоимость, номер.

Используя конъюнктивное правило и простой вопрос обеспечить возможность поиска:

— по марке и цвету автомобиля найти фамилию, город и телефон.

2 Программа

2.1 Код

```
domains
    surname , phone = symbol .
    city , street = symbol .
    house , flat = integer .
    address = address ( city , street , house , flat ) .
    brand , color , plate = symbol .
    price = integer .

predicates
    phoneBook ( surname , phone , address ) .
    car ( surname , brand , color , price ) .
    carOwner ( surname , city , phone , brand , color ) .

clauses
    carOwner ( Surname , City , Phone , Brand , Color ) : - phoneBook ( Surname , Phone ,
        address ( City , _ , _ , _ ) ) , car ( Surname , Brand , Color , _ ) .

    phoneBook ( shakhnovich , "9807057788" , address ( moscow , lenina , 10 , 25 ) ) .
    phoneBook ( shakhnovich , "9807057799" , address ( spb , lenina , 10 , 25 ) ) .
    phoneBook ( polyakov , "9806046677" , address ( spb , pushkina , 5 , 13 ) ) .
    phoneBook ( polyakov , "9805924351" , address ( spb , pushkina , 5 , 13 ) ) .
    phoneBook ( permyakova , "9805035566" , address ( ekatirinburg , gagarina , 42 ,
        7 ) ) .
    phoneBook ( stroganov , "9804024455" , address ( kazan , tolstogo , 15 , 3 ) ) .

    car ( shakhnovich , toyota , red , 25000 ) .
    car ( shakhnovich , bmw , black , 45000 ) .
    car ( permyakova , bmw , white , 18000 ) .
    car ( stroganov , ferrari , blue , 12000 ) .
```

2.2 Примеры запуска программы

Вопрос 1: Существует ли конкретное отношение phoneBook, что его аргументы имеют значения:

```
phoneBook ( shakhnovich , "9807057788" , address ( moscow , lenina , 10 , 25 ) ) .
```

Ответ: *yes*

Вопрос 1: Существует ли конкретное отношение phoneBook, аргументы которого имеют значения:

```
phoneBook(shakhnovich , "9807057788" , address(moscow , lenina , 10, 25)).
```

Ответ: yes

Вопрос 2: Существует ли конкретное отношение phoneBook, аргументы которого имеют значения:

```
phoneBook(shakhnovich , "9807057788" , address(spblenina , 10, 25)).
```

Ответ: no

Вопрос 3: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение phoneBook? Если да, то вывести подходящие значения переменных Surname

```
phoneBook(Surname , "9807057788" , address(moscow , lenina , 10, 25)).
```

Ответ: Surname=shakhnovich

1 Solution

Вопрос 4: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение phoneBook? Если да, то вывести подходящие значения переменных Phone

```
phoneBook(polyakov , Phone , address(spbpushkina , 5, 13)).
```

Ответ: Phone=9806046677

Phone=9805924351

2 Solutions

Вопрос 5: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение phoneBook? Если да, то вывести подходящие значения переменных Address

```
phoneBook(stroganov , "9804024455" , Address).
```

Ответ: Address=address("kazan "tolstogo 15,3)

1 Solution

Вопрос 6: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение phoneBook? Если да, то вывести подходящие значения переменных Street, House, Flat

```
phoneBook(shakhnovich , "9807057799" , address(spblenina , Street , House , Flat)
).
```

Ответ: Street=lenina, House=10, Flat=25

1 Solution

Вопрос 7: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение phoneBook? Если да, то вывести подходящие значения переменных Surname, Phone

```
phoneBook(Surname , Phone , address(spbpushkina , 5, 13)).
```

Ответ: Surname=polyakov, Phone=9806046677 Surname=polyakov, Phone=9805924351

2 Solutions

Вопрос 8: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение phoneBook? Если да, то вывести подходящие значения переменных Phone, Street, House, Flat

```
phoneBook(shakhnovich, Phone, address(moscow, Street, House, Flat)).
```

Ответ: Phone=9807057788, Street=lenina, House=10, Flat=25

1 Solution

Вопрос 9: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение phoneBook? Если да, то вывести подходящие значения переменных Phone, Street, House, Flat

```
phoneBook(shakhnovich, Phone, address(kazan, Street, House, Flat)).
```

Ответ: No solution

Вопрос 10: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение phoneBook? Если да, то вывести подходящие значения переменных Surname, Phone, Address

```
phoneBook(Surname, Phone, Address).
```

Ответ: Surname=shakhnovich, Phone=9807057788, Address=address("moscow "lenina 10,25)

Surname=shakhnovich, Phone=9807057799, Address=address("spb "lenina 10,25)

Surname=polyakov, Phone=9806046677, Address=address("spb "pushkina 5,13)

Surname=polyakov, Phone=9805924351, Address=address("spb "pushkina 5,13)

Surname=permyakova, Phone=9805035566, Address=address("ekatirinburg "gagarina 42,7)

Surname=stroganov, Phone=9804024455, Address=address("kazan "tolstogo 15,3)

6 Solutions

Вопрос 11: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение phoneBook? Если да, то вывести подходящие значения переменных Surname

```
phoneBook(Surname, _, address(spb, _, _, _)).
```

Ответ: Surname=shakhnovich

Surname=polyakov

Surname=polyakov

3 Solutions

Вопрос 12: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение phoneBook?

```
phoneBook(_, _, _).
```

Ответ: yes

Вопрос 13: Существует ли конкретное отношение car, что его аргументы имеют значения:

```
car(shakhnovich, toyota, red, 25000).
```

Ответ: yes

Вопрос 14: Существует ли конкретное отношение car, что его аргументы имеют значения:

```
car(shakhnovich , bmw, black , 25000) .
```

Ответ: no

Вопрос 15: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение car? Если да, то вывести подходящие значения переменных Surname

```
car(Surname , bmw, black , _ ) .
```

Ответ: Surname=shakhnovich

1 Solution

Вопрос 16: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение car? Если да, то вывести подходящие значения переменных Brand, Color, Price

```
car(polyakov , Brand , Color , Price ) .
```

Ответ: No solution

Вопрос 17: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение car? Если да, то вывести подходящие значения переменных Surname

```
car(Surname , bmw, _ , _ ) .
```

Ответ: Surname=shakhnovich Surname=permyakova

2 Solutions

Вопрос 18: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение car? Если да, то вывести подходящие значения переменных Surname, Brand, Color, Price

```
car(Surname , Brand , Color , Price ) .
```

Ответ: Surname=shakhnovich, Brand=toyota, Color=red, Price=25000

Surname=shakhnovich, Brand=bmw, Color=black, Price=45000

Surname=permyakova, Brand=bmw, Color=white, Price=18000

Surname=stroganov, Brand=ferrari, Color=blue, Price=12000

4 Solutions

Вопрос 19: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение car?

```
car( _ , _ , _ ) .
```

Ответ: yes

Вопрос 20: Существует ли конкретное отношение carOwner, что его аргументы имеют значения:

```
carOwner(shakhnovich , spb , "9807057799" , bmw, black ) .
```

Ответ: yes

Вопрос 21: Существует ли конкретное отношение carOwner, что его аргументы имеют значения:

```
carOwner(polyakov , spb , "9806046677" , bmw, black) .
```

Ответ: no

Вопрос 22: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение carOwner? Если да, то вывести подходящие значения переменных Surname, Phone, Color

```
carOwner(Surname , moscow , Phone , bmw, Color) .
```

Ответ: Surname=shakhnovich, Phone=9807057788, Color=black

1 Solution

Вопрос 23: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение carOwner? Если да, то вывести подходящие значения переменных Surname, Phone, Color

```
carOwner(Surname , _ , Phone , bmw, Color) .
```

Ответ: Surname=shakhnovich, Phone=9807057788, Color=black

Surname=shakhnovich, Phone=9807057799, Color=black

Surname=permyakova, Phone=9805035566, Color=white

3 Solutions

Вопрос 24: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение carOwner?

```
carOwner( _ , _ , _ , _ , _ ) .
```

Ответ: yes

Вопрос 25: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение carOwner? Если да, то вывести подходящие значения переменных Surname, City, Phone, Brand, Color

```
carOwner(Surname , City , Phone , Brand , Color) .
```

Ответ: Surname=shakhnovich, City=moscow, Phone=9807057788, Brand=toyota, Color=red

Surname=shakhnovich, City=moscow, Phone=9807057788, Brand=bmw, Color=black

Surname=shakhnovich, City=spb, Phone=9807057799, Brand=toyota, Color=red

Surname=shakhnovich, City=spb, Phone=9807057799, Brand=bmw, Color=black

Surname=permyakova, City=ekaterinburg, Phone=9805035566, Brand=bmw, Color=white

Surname=stroganov, City=kazan, Phone=9804024455, Brand=ferrari, Color=blue

6 Solutions

Вопрос 26: Существует ли такая подстановка, что существуют оба конкретных отношений carOwner? Если да, то вывести подходящие значения переменных Surname

```
carOwner(Surname, moscow, _, bmw, _), carOwner(Surname, moscow, _,
toyota, _).
```

Ответ: Surname=shakhnovich

1 Solution

Вопрос 27: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение carOwner? Если да, то вывести подходящие значения переменных Model, Color

```
carOwner(shakhnovich, moscow, _, Model, Color).
```

Ответ: Model=toyota, Color=red

Model=bmw, Color=black

2 Solutions

2.3 Вопрос из задания

Вопрос: По марке и цвету автомобиля найти фамилию, город и телефон.

Вопрос для prolog: Существует ли такая подстановка, что существует конкретное отношение carOwner? Если да, то вывести подходящие значения переменных Surname, City, Phone

```
carOwner(Surname, City, Phone, bmw, black).
```

Ответ: Surname=shakhnovich, City=moscow, Phone=9807057788

Surname=shakhnovich, City=spb, Phone=9807057799

2 Solutions

3 Ответы на вопросы

3.1 Что собой представляет программа «Телефонный справочник» на prolog

Программа на Prolog представляет из себя базу знаний и вопрос, на который система даёт ответ, исходя из доступных знаний. В случае программы «Телефонный справочник» база знаний состоит из двух сущностей:

- «Телефонный справочник»: фамилия, номер телефона, адрес – структура(город, улица, номер дома, номер квартиры);
- «Автомобили»: фамилия владельца, марка, цвет, стоимость, номер.

3.2 Какова её структура?

Программа на прологе включает в себя следующие основные разделы:

- описание имён и структур объектов (domains);
- описание предикатов – отношений между объектами (predicates);
- описание фактов и правил, описывающих знания (clauses);
- вопрос, целевое утверждение (goal).

Предикаты описывают свойства или отношения объектов, существующие в предметной области. Каждый предикат в общем описывает факт или правило. Предикат состоит из имени и набора аргументов – объектов, которое состоит в описываемом отношении. В пролог предикат описывается как:

$$A(t1, t2, \dots, tn).,$$

где A - имя предиката (отношения); $t1, t2, \dots, tn$ – аргументы отношения, каждый из которых представляет собой символьный терм из стандартных, или описанных в разделе domains.

В разделе *clauses* используются факты и правила, которое вместе формируют базу знаний. Факты – аналог аксиомы, т. е. представляют собой истинное утверждение, факт существования отношения между конкретными объектами. Факт записывается как:

$$A(t1, t2, \dots, tn).,$$

где A – имя отношения (предиката), а $t1, t2, \dots, tn$ – термы.

Правило – аналог теоремы, т.е. описание вывода фактов из уже существующих. Правило записывается как:

$$A : -B1, B2, \dots, Bn.,$$

где

- A – заголовок, представляет собой имя предиката и термы, подставляемые вместо

его аргументов;

— B_1, B_2, \dots, B_n – тело, описывающее условие истинности правила;

— B_i – отдельное условие, которое является термом, то есть может быть фактом, другим правилом, предикатом или константой.

В факты, правила и вопросы могут входить переменные, при этом в фактах и правилах они входят под квантором всеобщности (то есть действуют для любых значений), а в вопросах под квантором существования (то есть требуется хотя бы одно значение).

При поиске ответа, значения переменных конкретизируются, т.е. связаны с действительными значениями. При этом в пределах одного предложения (clause) переменные с одним именем связаны с одним и тем же значением.

Вопрос представляет из себя предикат, вместо аргументов которого подставляются термы. Система выводит этот предикат исходя из заданных фактов и правил. Если в вопросе нет переменных, то система выдаёт yes, если предикат выводим из правил и фактов, и no иначе. Если есть хоть одна не анонимная переменная, то система ищет все возможные значения переменных, подстановка которых даёт выводимые предикаты.

3.3 Как формируется результат работы программы?

Для формирования ответа на вопрос система использует операцию унификации – формализацию процесса логического вывода. Унификация запускается при запуске программы, в котором есть вопрос.

Фактически система по алгоритму унификации просматривает все предложения и ищет сходства с заголовками, чтобы найти ответ.

Два терма A и B успешно унифицируются, если

— A и B – одинаковые константы;

— A – не конкретизированная переменная, а B – константа или составной терм, не содержащий A как аргумент. Тогда A конкретизируется B ;

— A и B – не конкретизированные переменные; Тогда эти переменные связываются, то есть как только одна переменная конкретизируется значением, вторая также конкретизируется этим значением;

— A и B – составные термы, имеющие одинаковые заголовки, кол-во аргументов и каждая пара соответствующих аргументов унифицируются. Тогда A и B также успешно унифицируются, а соответствующие им аргументы связываются.

По алгоритму унификации система проверяет унифицируемость вопроса или унифицированных с вопросом термов, на возможность унификации. При этом система запоминает, если для терма не были проверена возможность унификации с частью других термов, и в случае успешной унификации, вернётся к ним позже.

3.4 Процесс поиска ответа на первый вопрос

- 1) сравнение carOwner(Surname, City, Phone, «BMW», «Black», _) и carOwner(Surname, City, Phone, Brand, Color, Plate) – термы унифицируемы, конкретизация Brand – «BMW», Color – «Black»;
- 2) сравнение carOwner(Surname, City, Phone, «BMW», «Black», Plate) и phoneBook(Surname, Phone, address(City, _, _, _)) – не унифицируемы, разные заголовки;
- 3) сравнение phoneBook(Surname, Phone, address(City, _, _, _)) и phoneBook(«Shakhnovich», «9807057788», address(«Moscow», «Lenina», 10, 25)) – унифицируются, конкретизация Surname – «Shakhnovich», Phone – «9807057788», City – «Moscow»;
- 4) сравнение carOwner(«Shakhnovich», «Moscow», "9807057788 «BMW», «Black», _) и car(«Shakhnovich», «BMW», «Black», _, _) – термы не унифицируемы, разные заголовки;
- 5) сравнение car(«Shakhnovich», «BMW», «Black», _, _) и car(«Shakhnovich», «Toyota», "Red 25000, «A123BC) – термы не унифицируемы;
- 6) сравнение car(«Shakhnovich», «BMW», «Black», _, _) и car(«Shakhnovich», «BMW», «Black», 45000, «B456DE») – термы унифицируемы;
- 7) результат: carOwner(«Shakhnovich», «Moscow», «9807057788», «BMW», «Black», «B456DE»);
- 8) сравнение с другими car не унифицируются, откат назад;
- 9) сравнение phoneBook(Surname, Phone, address(City, _, _, _)) и phoneBook(«Polyakov», "9806046677 address(«St.Petersburg», «Pushkina», 5, 13)) – термы унифицируема, конкретизация Surname – «Polyakov», Phone – "9806046677 City – «St.Petersburg»;
- 10) сравнение carOwner(«Polyakov», «St.Petersburg», "9807057788 «BMW», «Black», _) и car(«Polyakov», «BMW», «Black», _, _) – термы не унифицируемы, разные заголовки;
- 11) сравнение все фактов car с car(«Polyakov», «BMW», «Black», _, _) не унифицируются;
- 12) Для дальнейший конкретизаций из phoneBook, также не будут найдены факты car;