



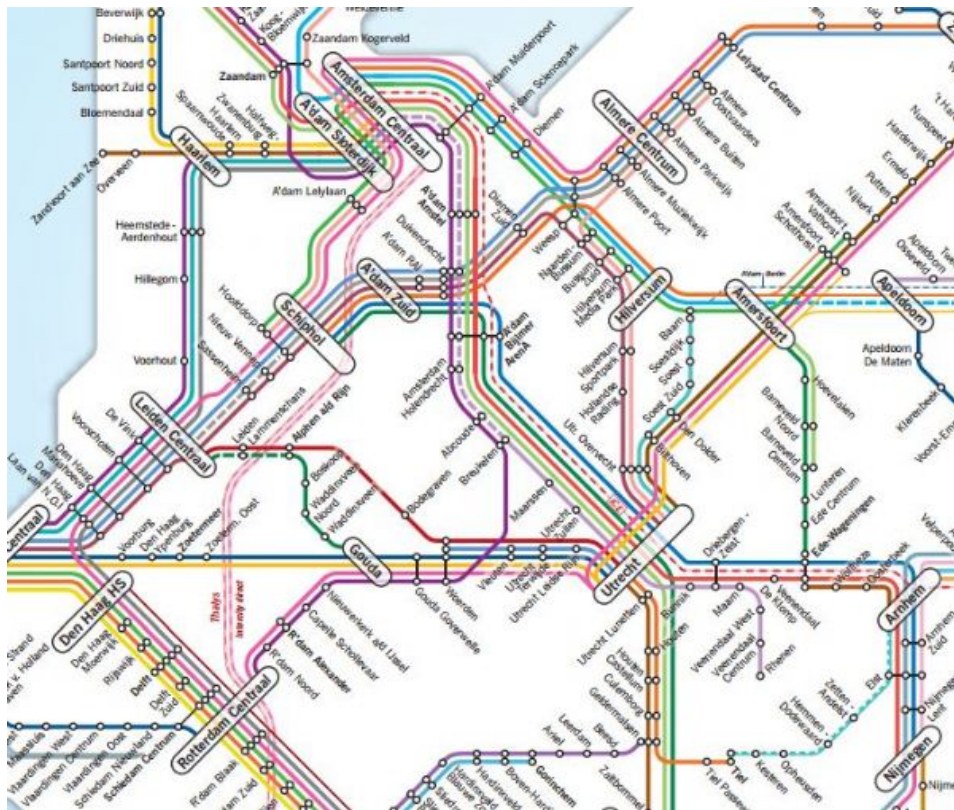
UNIVERSITEIT VAN AMSTERDAM

PROGRAMMEERTALEN

PROLOG

STEPHAN VAN SCHAIK, ROBIN DE VRIES, KOEN VAN ELSSEN, ERIK KOOISTRA

Reisplanner



Deadline: Individueel woensdag 19 februari 2020, 16:00
Duo zondag 23 februari 2020, 18:00

Individueel

1. Implementeer `append/3` m.b.v. recursie. Dit predikaat is waar als de derde lijst gelijk is aan de eerste lijst gevolgd door de tweede lijst.
2. Implementeer `palindroom/1` m.b.v. recursie. Dit predikaat is waar als de meegegeven lijst van atomen een palindroom is.
3. Implementeer een solver voor 9×9 sudoku's, hierbij mag geen gebruik gemaakt worden van externe libraries. Deze sudoku solver moet bijvoorbeeld de volgende sudoku kunnen oplossen:

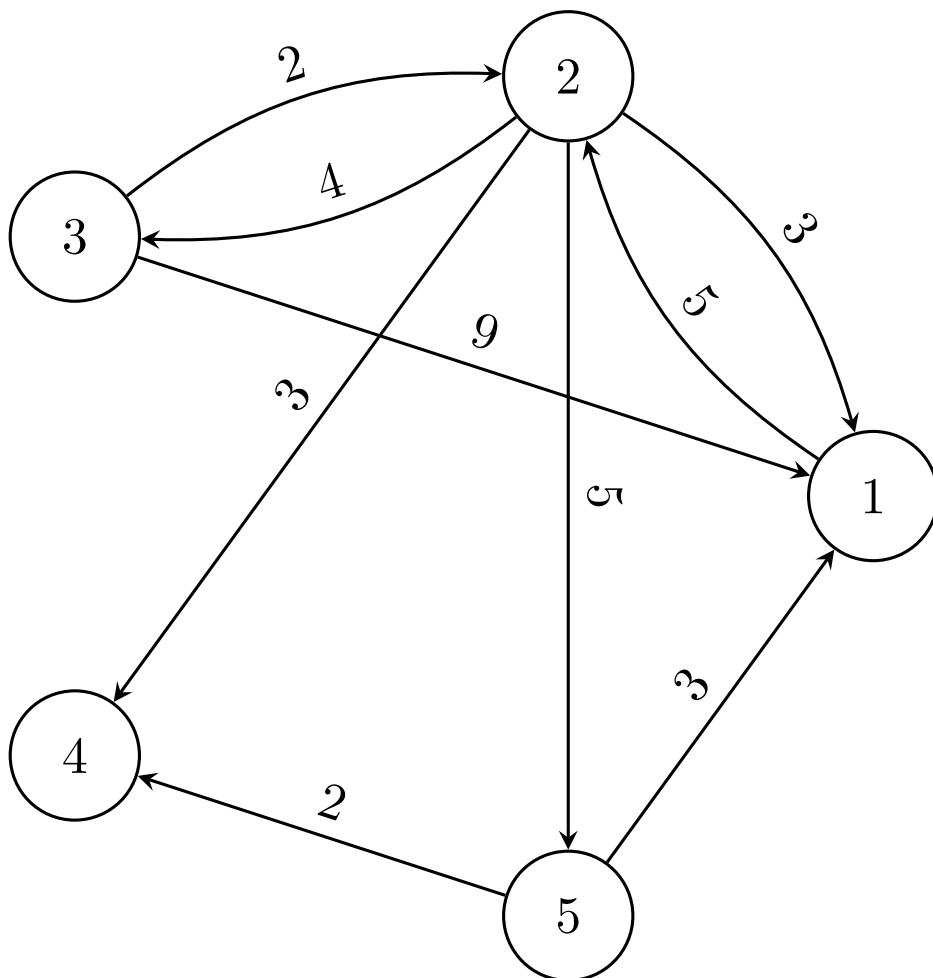
Shell snippet

```
?- sudoku([
  [5,3,_,_,7,_,_,_,_],
  [6,_,_,1,9,5,_,_,_],
  [_,9,8,_,_,_,_,6,_],
  [8,_,_,_,6,_,_,_,3],
  [4,_,_,8,_,3,_,_,1],
  [7,_,_,_,2,_,_,_,6],
  [_,6,_,_,_,_,2,8,_],
  [_,_,_,4,1,9,_,_,5],
  [_,_,_,_,8,_,_,7,9]
], Solution).
```

Lever de oplossingen van deze oefeningen in als `individueel.pl`.

Inleiding

Deze week gaan jullie in Prolog een nieuwe reisplanner maken voor de dienstregeling van de Nederlandse Spoorwegen. Voor het overzicht is deze opdracht opgedeeld in verschillende onderdelen. Voor de eerste twee onderdelen hebben jullie de onderstaande graaf nodig:



Deze graaf bestaat uit kanten die de knopen met elkaar verbinden. Iedere kant heeft een bepaald gewicht, de kosten om van een bepaalde knoop naar een naburige knoop te gaan. De volgende fact database representeert deze graaf met regels in de vorm `edge(From, To, Cost)`:

graph.pl

```
1 edge(1, 2, 5).
2 edge(2, 1, 3).
3 edge(2, 3, 4).
4 edge(2, 4, 3).
5 edge(2, 5, 5).
6 edge(3, 1, 9).
7 edge(3, 2, 2).
8 edge(5, 1, 3).
9 edge(5, 4, 2).
```

Opdracht 1: paden zoeken (Vaardig)

Binnen deze graaf moeten er paden gezocht kunnen worden tussen twee willekeurige knopen. Implementeer `path(From, To, Path)` zodanig dat `Path` een pad, een lijst van kanten, aanneemt van `From` naar `To`.

Shell snippet

```
?- path(3, 1, Path).  
Path = [edge(3, 1, 9)] ;  
Path = [edge(3, 2, 2), edge(2, 1, 3)] ;  
Path = [edge(3, 2, 2), edge(2, 3, 4), edge(3, 1, 9)] ;  
Path = [edge(3, 2, 2), edge(2, 5, 5), edge(5, 1, 3)] ;  
false.
```

?-

Om het makkelijker te maken wordt het aangeraden om eerst `path(From, To, Visited, Path)` te implementeren, waarbij `Visited` de lijst is van edges die tot dusver bezocht zijn, en `Path` uiteindelijk `Visited` aanneemt, maar in omgekeerde volgorde.

Let bij het zoeken van een naburige knoop in de recursieve stap van `path(From, To, Visited, Path)`, dat deze niet gelijk mag zijn aan `To` en dat deze nog niet bezocht mag zijn.

Welke operator wordt er gebruikt voor het vergelijken van de naburige knoop met de knoop gegeven door `To` en waarom?

Waarom mag de betreffende naburige knoop niet onderdeel zijn van een kant die aanwezig is in `Visited`, de lijst van kanten die al bezocht zijn?

Welke paden zijn er van 1 naar 3, van 3 naar 5 en van 5 naar 4?

Opdracht 2: het kortste pad vinden (Competent)

In het vorige onderdeel hebben we `path(From, To, Path)` geïmplementeerd om de verschillende paden tussen twee knopen te vinden. In dit onderdeel zijn we geïnteresseerd in het kortste pad. Hiervoor moeten we eerst kunnen berekenen hoeveel het kost om een bepaalde pad te bewandelen. Hiervoor moet `cost(Path, Cost)` geïmplementeerd worden, waarbij `Cost` de kosten zal aannemen om het pad gegeven als `Path` te bewandelen.

Shell snippet

```
?- cost([edge(3, 2, 2), edge(2, 5, 5), edge(5, 1, 3)], Cost).  
Cost = 10.
```

?-

Wat zijn de kosten van ieder pad van 5 naar 4 om deze te bewandelen?

Implementeer nu de regel `shortestPath(From, To, Path)` die het kortste pad geeft tussen twee knopen. Gebruik hiervoor `findall/3` om alle mogelijke paden te vinden en de kosten te berekenen voor ieder pad, en `sort/2` om deze verzamelingen oplossingen te sorteren van goedkoopste naar duurste pad. In sommige gevallen kan het voorkomen dat er meerdere kortste paden zijn met dezelfde kosten maar waarbij het aantal knopen verschillen. Kies in dat geval dan voor het goedkoopste pad met het minste aantal knopen.

Shell snippet

```
shortestPath(3, 1, Path).  
Path = [edge(3, 2, 2), edge(2, 1, 3)].
```

Wat zijn de kortste paden van 1 naar 3, van 3 naar 5 en van 5 naar 4?

Opdracht 3: reistijden integreren (Gevorderde)

In plaats van met grafen te werken, zullen we werken met een aantal trajecten, of te wel paden met de stations en de aankomst- en vertektijd. In Prolog zien deze er als volgt uit:

route.pl:1-14

```
:- op(100, xfx, at).  
:- op(50, xfx, :).  
  
route([  
    "Amsterdam Centraal" at 11:08,  
    "Amsterdam Amstel" at 11:15,  
    "Utrecht Centraal" at 11:38,  
    "'s-Hertogenbosch" at 12:08,  
    "Eindhoven" at 12:32,  
    "Weert" at 12:49,  
    "Roermond" at 13:02,  
    "Sittard" at 13:21,  
    "Maastricht" at 13:35  
]).
```

Om deze routes te kunnen gebruiken met onze code om het kortste pad te vinden moeten we de regel `edge(From, To, Cost)` zodanig implementeren dat deze twee naburige knopen selecteert uit een pad en de tijdskosten berekent. Om de tijdskosten te kunnen berekenen moet de regel `diffTime(H1:M1, H2:M2, Minutes)` geïmplementeerd worden, waarbij `Minutes` gelijk is aan het aantal minuten tussen de twee tijdstippen.

Nu kan het pad van Amsterdam Centraal naar Eindhoven opgevraagd worden met de tijd in minuten:

Shell snippet

```
?- shortestPath("Amsterdam Centraal" at Start, "Eindhoven" at End, Path).  
Path = [travel("Amsterdam Centraal"at 11:8, "Amsterdam Amstel"at 11:15, 7),  
travel("Amsterdam Amstel"at 11:15, "Utrecht Centraal"at 11:38, 23),  
travel("Utrecht Centraal"at 11:38, "'s-Hertogenbosch"at 12:8, 30),  
travel("'s-Hertogenbosch"at 12:8, "Eindhoven"at 12:32, 24)].  
?-
```

Hoeveel minuten kost het om van Amsterdam Amstel naar Sittard te reizen?

Voeg de volgende route toe aan de database:

route.pl:15-25

```
route([  
    "Amsterdam Centraal" at 11:38,  
    "Amsterdam Amstel" at 11:45,  
    "Utrecht Centraal" at 12:08,  
    "'s-Hertogenbosch" at 12:38,
```

```

    "Eindhoven" at 13:02,
    "Weert" at 13:19,
    "Roermond" at 13:32,
    "Sittard" at 13:51,
    "Maastricht" at 14:05
  ]).

```

Tussen 's-Hertogenbosch en Eindhoven zijn er werkzaamheden. Er worden bussen ingezet tussen deze twee stations. De bus vertrekt vijf minuten na de aankomsttijd, en de rit duurt zo'n dertig minuten. Hoeveel minuten kost het om van Amsterdam Centraal naar Maastricht te gaan?

Opdracht 4: overstappen (Expert)

Om te beginnen voegen we het traject toe van Amsterdam Science Park naar Amsterdam Centraal:

```

route.pl:26-29
route([
    "Amsterdam Science Park" at 11:10,
    "Amsterdam Centraal" at 11:20
]).

```

Om te kunnen overstappen op een andere trein, moeten we een extra `path/4` predikaat implementeren, die een edge zoekt die vanaf dezelfde knoop begint, maar op een later tijdstip. In het pad kan dan naast `travel(From, To, Minutes)` ook `wait(Place, Minutes)` voorkomen:

```

Shell snippet
?- shortestPath("Amsterdam Science Park" at 11:10, "Utrecht Centraal" at _,
Schedule).
Schedule = [travel("Amsterdam Science Park"at 11:10, "Amsterdam Centraal"at
11:20, 10), wait("Amsterdam Centraal", 18), travel("Amsterdam Centraal"at 11:38,
"Amsterdam Amstel"at 11:45, 7), travel("Amsterdam Amstel"at 11:45, "Utrecht
Centraal"at 12:8, 23)].

?-

```

Implementeer een `before(Time1, Time2)` predikaat die waar is als `Time1` eerder is dan `Time2`. Gebruik deze in de `overstap` functie om te zorgen dat er minstens één minuut aan overstaptijd moet zijn.

Wat is het reisplan van Amsterdam Science Park naar 's-Hertogenbosch, hoeveel minuten kost het en hoe vaak moeten we overstappen?

Opdracht 5: arriveren en vertrekken (Expert)

In principe vertrekken treinen op een ander tijdstip dan dat ze aankomen, zodat het mogelijk is om in, uit en over te stappen. Pas de code zodanig aan dat de trajecten `arrives("Utrecht Centraal" at 11:50)` en `departs("Utrecht Centraal" at 11:53)` kunnen bevatten.

Breid de database uit met de trajecten van de intercity treinen van Amsterdam Centraal en Schiphol naar Nijmegen, Maastricht en Heerlen met de vertrektijden tussen 10:00 en 12:00.

Als we om 11.16u in Schiphol zijn, wat is het reisplan naar Nijmegen, hoeveel minuten kost het en hoe vaak moeten we overstappen?

Inleveren

De vragen moeten beantwoord worden met zowel queries geschreven in Prolog als formele antwoorden. Deze Prolog queries moeten ingeleverd worden als **queries.pl** en de formele antwoorden moeten ingeleverd worden als **report.pdf**, dat geschreven moet zijn met LaTeX. Als er gebruik is gemaakt van prolog statements om de vragen te beantwoorden moeten deze in het rapport vermeld staan.

Ten slotte moet er voor iedere opdracht een oplossing ingeleverd worden. De naam hiervan dient in de vorm **solution** gevolgd door het nummer van de opdracht gevolgd door **.pl** te zijn, bv. **solution1.pl**.