### Breitensuche

Die Breitensuche expandiert alle Knoten auf einer Ebene. Für alle so erreichten Knoten werden dann alle Nachfolgerknoten erzeugt. Die Breitensuche garantiert, dass die Lösung gefunden wird. Allerdings kann sie recht spät gefunden werden. Es ist also ein Suchverfahren, das man anwendet, wenn man nicht schätzen kann, was vielversprechend ist, und was nicht.



Abbildung 15: Breitensuche

Die folgende Prozedur führt eine Breitensuche durch:

1. Bilde eine einelementige Liste, die den Wurzelknoten mit dem Startzustand enthält.
2. Bis die Liste leer ist, nimm das erste Element der Liste.
   1. prüfe, ob das Element der Zielknoten ist; wenn ja, halte an und melde Erfolg; wenn nein, geht es weiter.
   2. wenn das Element Nachfolger hat, entferne es aus der Liste und setze die Nachfolger hinten in die Liste ein.
3. Wenn der Zielknoten gefunden wurde, melde Erfolg, sonst Mißerfolg.

Dadurch dass die Nachfolger **hinten** in der Liste gespeichert werden, statt wie bei der Tiefensuche **vorn**, treten alle Knoten einer Ebene in der Liste auf, statt wie bei der Tiefensuche nur diejenigen des aktuellen Pfads. Wie die Tiefensuche kann auch die Breitensuche durch eine lokale Abschätzung verbessert werden. Man expandiert dann schlecht bewertete Knoten gar nicht, führt also die Breitensuche nur mit den m besten Knoten einer Ebene fort.

Für die Breitensuche in Prolog braucht man das Prädikat findall/3.

Nehmen wir wieder an, wir hätten als Operatoren Klauseln mit dem Prädikat nachf(+K,-L). Für einen bestimmten Knoten a liefert uns findall/3 alle Nachfolger:

breitensuche(Aktueller Pfad, Warteschlange, Ziel, Weg).

breitensuche(Start,Ziel,Weg):-breitensuche([Start],[],Ziel,Weg).

breitensuche([Ziel|R],\_,Ziel,[Ziel|R]):- !.

breitensuche([K|P],Pfade,Ziel,Weg):-

findall([K1,K|P],(verb(K,K1),not(member(K1,[K|P]))),VerlPfade),

append(Pfade,VerlPfade,[PfadN|RestPfade]),

breitensuche(PfadN,RestPfade,Ziel,Weg).

Bei Vertauschung der ersten beiden Parameter von append wird aus dem FIFO ein LIFO Speicher

Erläuterungen zu dem Hilfprädikat breitensuche(Pfad,Pfade,Ziel,Weg):

* Zunächst wird überprüft, ob der Kopf (der Pfad wird umgedreht aufgebaut) des aktuellen Pfades der Zielknoten ist. Ist das der Fall, so wird der Pfad als Lösung ausgegeben und mit einem Cut die Suche nach weiteren Lösungen abgebrochen.
* Im Rekursionsfall wird zunächst der aktuelle Knoten K dem aktuellen Pfad entnommen.
* Mit **findall** werden alle Verbindungen zu neuen Knoten K1 gesucht, die nicht im bisherigen Pfad (Zyklen vermeiden!) enthalten sind. In die Lösungsliste werden aber jeweils komplette Pfade (bisheriger Pfad ergänzt um den Knoten K1) eingetragen.
* Die eben gefundenen verlängerten Pfade werden an die Liste der übergebenen Pfade angehängt.
* Die durch append entstandene Liste der Pfade wird in den Kopf PfadN und den Rest RestPfade aufgetrennt.
* breitensuche wird rekursiv aufgerufen mit PfadN als neuem aktuellem Pfad und RestPfade als Pfadliste. Es wird also gewissermaßen der Kopf der Liste Pfade abgetrennt und bearbeitet.