智能汽车路径规划与轨迹跟踪系列算法精讲及Matlab程序实现

第3讲　动态规划算法

创作者：Ally

时间：2021/1/3

1 学习课程大纲目录

路径规划与轨迹跟踪系列学习视频
自动驾驶汽车定位-感知-规划-决策-控制概述
全局路径规划
Dijkstra算法
蚁群算法
动态规划算法
A*算法
局部路径规划
多项式曲线法
势场法
贝塞尔曲线
B样条曲线
轨迹跟踪与控制
纯跟踪法
Stanley法
PID法
MPC法

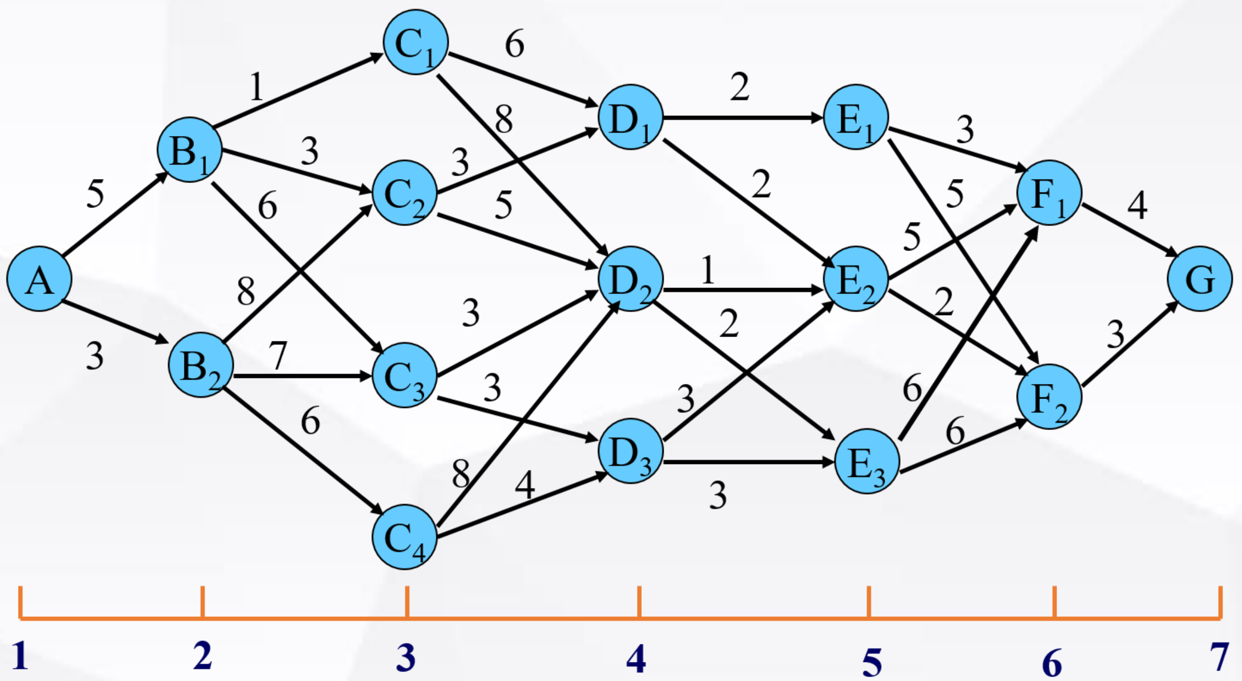
2 全局路径规划算法——动态规划算法

算法简介

- 动态规划是运筹学的一个分支，是求解多阶段决策过程最优化问题的数学方法。
- 各个阶段决策的选取不是任意确定的，它依赖于当前面临的状态，又影响以后的发展。当各个阶段的决策确定后，就组成了一个决策序列，因而也就决定了整个过程的一条活动路线，这样的一个前后关联具有链状结构的多阶段过程就称为多阶段决策问题。
- 动态规划在车辆工程技术领域有着广泛的应用，如"两档变速器最优换挡规律"、"混合动力汽车最优能量管理策略"、"栅格地图最优路径搜索"等。

算法思想

- 美国数学家Bellman等人在20世纪50年代初提出了著名的最优化原理，把多阶段决策问题转化为一系列单阶段最优化问题。
- 对最佳路径（最佳决策过程）所经过的各个阶段，其中每个阶段始点到全过程终点的路径，必定是该阶段始点到全过程终点的一切可能路径中的最佳路径（最优决策），这就是Bellman提出的著名的最优化原理。
- 简言之，一个最优策略的子策略必然也是最优的。

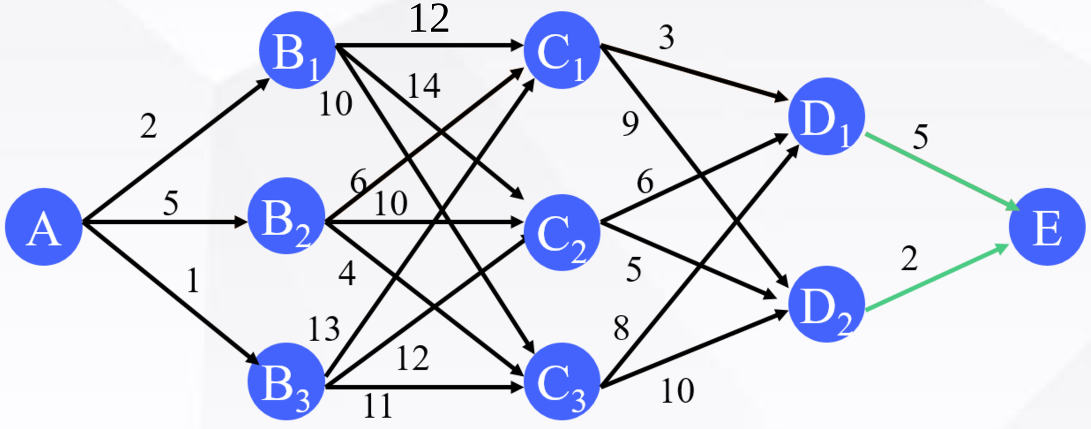


多阶段决策过程示意图

2 全局路径规划算法——动态规划算法

算法精讲-阶段4

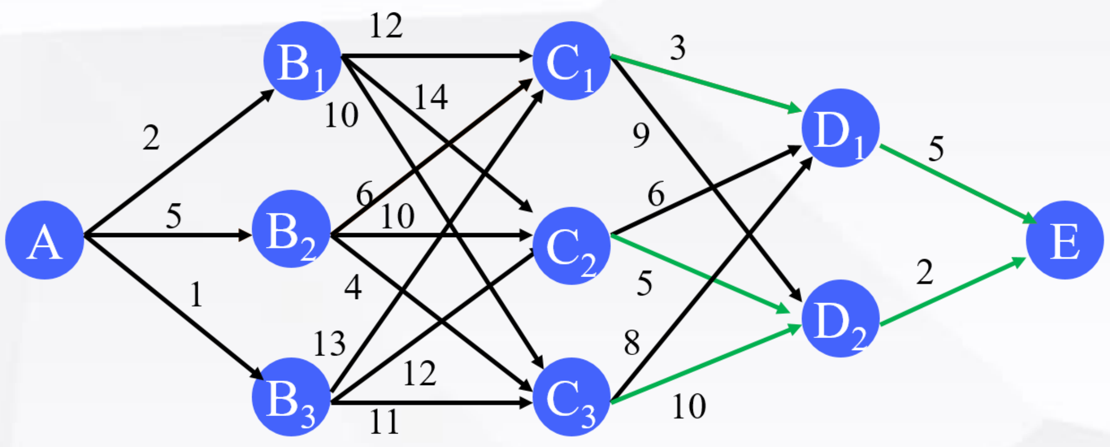
- 逆向寻优，正向求解。
- DP算法本质由三层循环构成；
- 第一层遍历每一个阶段；
- 第二层遍历第i个阶段的每一个状态；
- 第三层循环遍历第i+1个阶段的每一个状态。



- 第四阶段（D →E）： D 有两条路线到终点E 。

$$f_4(D_1)=5 \quad f_4(D_2)=2$$

算法精讲-阶段3



- 第三阶段（C →D）： C 到D 有 6 条路线。
- 第3阶段的C有3个状态值，分别讨论经过该状态值的最优路线。

经过C1

$$f_3(C_1)=\min\begin{Bmatrix}d(C_1,D_1)+f_4(D_1)\\d(C_1,D_2)+f_4(D_2)\end{Bmatrix}=\min\begin{Bmatrix}3+5\\9+2\end{Bmatrix}=8$$

- 最短路线为C1→D1 →E

经过C2

$$f_3(C_2)=\min\begin{Bmatrix}d(C_2,D_1)+f_4(D_1)\\d(C_2,D_2)+f_4(D_2)\end{Bmatrix}=\min\begin{Bmatrix}6+5\\5+2\end{Bmatrix}=7$$

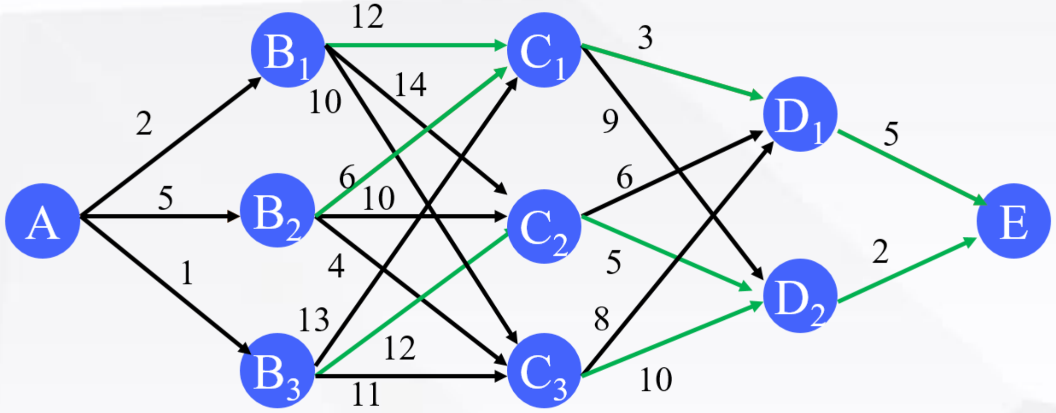
- 最短路线为C2→D2 →E

经过C3

$$f_3(C_3)=\min\begin{Bmatrix}d(C_3,D_1)+f_4(D_1)\\d(C_3,D_2)+f_4(D_2)\end{Bmatrix}=\min\begin{Bmatrix}8+5\\10+2\end{Bmatrix}=12$$

- 最短路线为C3→D2 →E

算法精讲-阶段2



- 第二阶段（B →C）： B 到C 有 9 条路线。
- 第2阶段的B有3个状态值，分别讨论经过该状态值的最优路线。

经过B1

$$f_2(B_1)=\min\begin{cases}d(B_1,C_1)+f_3(C_1)\\d(B_1,C_2)+f_3(C_2)\\d(B_1,C_3)+f_3(C_3)\end{cases}=\min\begin{cases}12+8\\14+7\\10+12\end{cases}=20$$

- 最短路线为B1→C1→D1 →E

经过B2

$$f_2(B_2)=\min\begin{cases}d(B_2,C_1)+f_4(C_1)\\d(B_2,C_2)+f_4(C_2)\\d(B_2,C_3)+f_4(C_3)\end{cases}=\min\begin{cases}6+8\\10+7\\4+12\end{cases}=14$$

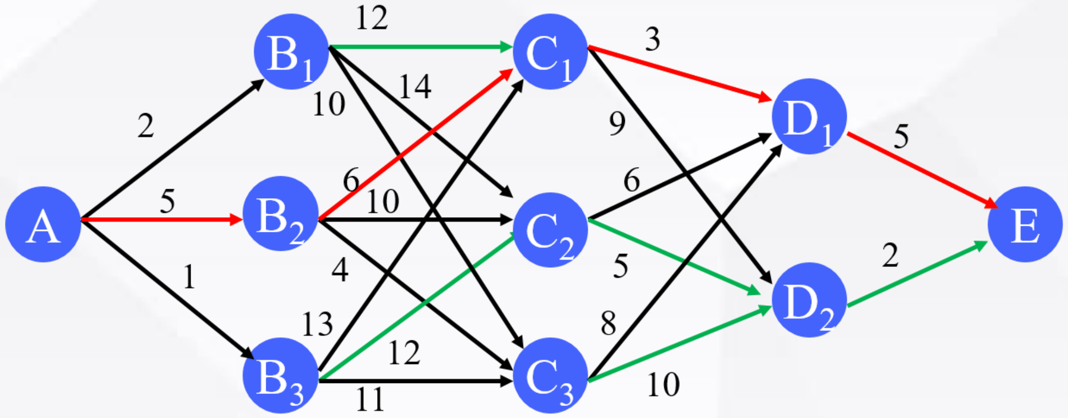
- 最短路线为B2→C1→D1 →E

经过B3

$$f_2(B_3)=\min\begin{cases}d(B_3,C_1)+f_3(C_1)\\d(B_3,C_2)+f_3(C_2)\\d(B_3,C_3)+f_3(C_3)\end{cases}=\min\begin{cases}13+8\\12+7\\11+12\end{cases}=19$$

- 最短路线为B3→C2→D2 →E

算法精讲-阶段1



➢ 第一阶段（A →B）： A 到B 有 3 条路线。

$$f_1(A)=\min\begin{Bmatrix} d(A,B_1)+f_2(B_1) \\ d(A,B_2)+f_2(B_2) \\ d(A,B_3)+f_2(B_3) \end{Bmatrix}=\min\begin{Bmatrix} 2+20 \\ 5+14 \\ 1+19 \end{Bmatrix}=19$$

➢ 最短路线为A→B2→C1→D1 →E