

Report on metrics for planning solution searches

Amit Dingare | AIND-Planning | 04/16/2017

Experiment with planning solution searches

Problem: Air Cargo Problem 1

Problem statement:

Search	# of node	# of	# of	Time	Total	Optimal sequence of
Method	expansions	goal	new	elapsed	Plan	actions
	required	tests	nodes	in	Length	
				seconds		
Breadth	43	56	180	0.0268	6	Load(C2, P2, JFK)
First						Load(C1, P1, SFO)
Search						Fly(P2, JFK, SFO)
						Unload(C2, P2, SFO)
						Fly(P1, SFO, JFK)
						Unload(C1, P1, JFK)
Breadth	1458	1459	5960	0.858	6	Load(C2, P2, JFK)
First Tree						Load(C1, P1, SFO)
Search						Fly(P2, JFK, SFO)
						Unload(C2, P2, SFO)
						Fly(P1, SFO, JFK)
						Unload(C1, P1, JFK)
Depth	12	13	48	0.007	12	Fly(P1, SFO, JFK)
First						Fly(P ₂ , JFK, SFO)
Graph						Load(C1, P2, SFO)
Search						Fly(P ₂ , SFO, JFK)
						Fly(P1, JFK, SFO)
						Unload(C1, P2, JFK)
						Fly(P2, JFK, SFO)
						Fly(P1, SFO, JFK)
						Load(C2, P1, JFK)
						Fly(P2, SFO, JFK)
						Fly(P1, JFK, SFO)
						Unload(C2, P1, SFO)
Depth	101	271	414	0.079	50	Load(C2, P2, JFK)
Limited						Load(C1, P1, SFO)
Search						Unload(C2, P2, JFK)
						Load(C2, P2, JFK)
						Unload(C2, P2, JFK)

T T	1	1	
			Load(C ₂ , P ₂ , JFK)
			Unload(C2, P2, JFK)
			Load(C2, P2, JFK)
			Unload(C2, P2, JFK)
			Load(C2, P2, JFK)
			Unload(C2, P2, JFK)
			Load(C ₂ , P ₂ , JFK)
			Unload(C ₂ , P ₂ , JFK)
			Load(C ₂ , P ₂ , JFK)
			Unload(C2, P2, JFK)
			Load(C2, P2, JFK)
			Unload(C2, P2, JFK)
			Load(C ₂ , P ₂ , JFK)
			Unload(C2, P2, JFK)
			Load(C ₂ , P ₂ , JFK)
			Unload(C2, P2, JFK)
			Load(C2, P2, JFK)
			Unload(C2, P2, JFK)
			Load(C2, P2, JFK)
			Unload(C2, P2, JFK)
			Load(C2, P2, JFK)
			Unload(C2, P2, JFK)
			Load(C ₂ , P ₂ , JFK)
			Unload(C2, P2, JFK)
			Load(C ₂ , P ₂ , JFK)
			Unload(C2, P2, JFK)
			Load(C2, P2, JFK)
			Unload(C2, P2, JFK)
			Load(C2, P2, JFK)
			Unload(C2, P2, JFK)
			Load(C ₂ , P ₂ , JFK)
			Unload(C2, P2, JFK)
			Load(C ₂ , P ₂ , JFK)
			Unload(C2, P2, JFK)
			Load(C ₂ , P ₂ , JFK)
			Unload(C ₂ , P ₂ , JFK)
			Load(C2, P2, JFK)
			Unload(C2, P2, JFK)
			Load(C2, P2, JFK)
			Unload(C2, P2, JFK)
			Load(C2, P2, JFK)
			Fly(P2, JFK, SFO)
			Unload(C2, P2, SFO)
			Fly(P ₁ , SFO, JFK)
			Unload(C1, P1, JFK)
			JJ. 11, J. 11,

Uniform Cost Search	55	57	224	0.0344	6	Load(C1, P1, SFO) Load(C2, P2, JFK) Fly(P1, SFO, JFK) Fly(P2, JFK, SFO) Unload(C1, P1, JFK) Unload(C2, P2, SFO)
Recursive Best First Search with h_1	4229	4230	17029	2.2785	6	Load(C1, P1, SFO) Load(C2, P2, JFK) Fly(P2, JFK, SFO) Unload(C2, P2, SFO) Fly(P1, SFO, JFK) Unload(C1, P1, JFK)
Greedy Best First Graph Search with h_1	7	9	28	0.004845	6	Load(C1, P1, SFO) Load(C2, P2, JFK) Fly(P1, SFO, JFK) Fly(P2, JFK, SFO) Unload(C1, P1, JFK) Unload(C2, P2, SFO)
Astar Search with h_1	55	57	224	0.041	6	Load(C1, P1, SFO) Load(C2, P2, JFK) Fly(P1, SFO, JFK) Fly(P2, JFK, SFO) Unload(C1, P1, JFK) Unload(C2, P2, SFO)
Astar Search with h_ignore_ preconditi ons	41	43	170	0.0407	6	Load(C1, P1, SFO) Fly(P1, SFO, JFK) Unload(C1, P1, JFK) Load(C2, P2, JFK) Fly(P2, JFK, SFO) Unload(C2, P2, SFO)
Astar Search with h_pg_level sum	55	57	224	2.454	6	Load(C1, P1, SFO) Load(C2, P2, JFK) Fly(P1, SFO, JFK) Fly(P2, JFK, SFO) Unload(C1, P1, JFK) Unload(C2, P2, SFO)

Problem: Air Cargo Problem 2

Problem statement:

```
Init(At(C1, SF0) \( \Lambda \text{ At(C2, JFK)} \( \Lambda \text{ At(P3, ATL)} \)
\( \Lambda \text{ At(P1, SF0)} \( \Lambda \text{ At(P2, JFK)} \( \Lambda \text{ At(P3, ATL)} \)
\( \Lambda \text{ Cargo(C1)} \( \Lambda \text{ Cargo(C3)} \)
\( \Lambda \text{ Plane(P1)} \( \Lambda \text{ Plane(P2)} \) \( \Lambda \text{ Plane(P3)} \)
\( \Lambda \text{ Airport(JFK)} \( \Lambda \text{ Airport(SF0)} \) \( \Lambda \text{ Airport(ATL))} \)
```

Search Method	# of node expansions required	# of goal tests	# of new nodes	Time elapsed in seconds	Total Plan Length	Optimal sequence of actions
Breadth First Search	3343	4609	30509	13.56	9	Load(C2, P2, JFK) Load(C1, P1, SFO) Load(C3, P3, ATL) Fly(P2, JFK, SFO) Unload(C2, P2, SFO) Fly(P1, SFO, JFK) Unload(C1, P1, JFK) Fly(P3, ATL, SFO) Unload(C3, P3, SFO)
Breadth First Tree Search						Algo. was terminated after 10 minutes of runtime. It is likely that it will not find a solution
Depth First Graph Search	582	583	5211	2.798	575	Fly(P ₃ , ATL, SFO) Fly(P ₁ , SFO, ATL) Fly(P ₃ , SFO, JFK) Fly(P ₁ , ATL, JFK) Fly(P ₂ , JFK, ATL) Fly(P ₂ , JFK, ATL) Fly(P ₃ , JFK, ATL) Fly(P ₃ , ATL, SFO) Load(C ₁ , P ₃ , SFO) Fly(P ₃ , SFO, ATL) Fly(P ₂ , SFO, ATL) Fly(P ₃ , ATL, JFK) Fly(P ₃ , ATL, JFK) Fly(P ₁ , JFK, ATL) Fly(P ₃ , JFK, ATL) Fly(P ₃ , ATL, SFO) Unload(C ₁ , P ₃ , ATL) Fly(P ₃ , ATL, SFO) Fly(P ₃ , SFO, JFK) Fly(P ₃ , SFO, JFK) Fly(P ₃ , JFK, SFO) Fly(P ₁ , ATL, JFK) Fly(P ₃ , SFO, JFK) Fly(P ₃ , JFK, SFO) Fly(P ₂ , JFK, SFO) Fly(P ₃ , JFK, SFO) Fly(P ₂ , ATL, SFO) Load(C ₂ , P ₁ , JFK) Fly(P ₃ , SFO, ATL)

		Fly(P2, SFO, ATL)
		Fly(P1, JFK, ATL)
		Fly(P ₃ , ATL, SFO)
		Fly(P ₁ , ATL, SFO)
		Fly(P2, ATL, JFK)
		Fly(P ₃ , SFO, ATL)
		Unload(C2, P1, SFO)
		Fly(P ₃ , ATL, JFK)
		Fly(P ₁ , SFO, ATL)
		Fly(P ₂ , JFK, ATL)
		Fly(P ₁ , ATL, JFK)
		Fly(P ₂ , ATL, SFO)
		Fly(P ₃ , JFK, ATL)
		Fly(P ₁ , JFK, ATL)
		Fly(P ₃ , ATL, SFO)
		Fly(P ₁ , ATL, SFO)
		Load(C ₂ , P ₃ , SFO)
		Fly(P ₃ , SFO, ATL)
		Fly(P ₂ , SFO, ATL)
		Fly(P ₃ , ATL, JFK)
		Fly(P ₁ , SFO, ATL)
		Fly(P ₂ , ATL, SFO)
		Load(C ₃ , P ₁ , ATL)
		Fly(P ₁ , ATL, SFO)
		Fly(P ₂ , SFO, ATL)
		Fly(P ₁ , SFO, JFK)
		Fly(P ₂ , ATL, JFK)
		Fly(P ₃ , JFK, ATL)
		Fly(P1, JFK, ATL)
		Fly(P ₃ , ATL, SFO)
		Fly(P ₁ , ATL, SFO)
		Unload(C2, P3, SFO)
		Fly(P ₃ , SFO, ATL)
		Fly(P ₁ , SFO, ATL)
		Fly(P ₂ , JFK, ATL)
		Fly(P ₃ , ATL, SFO)
		Fly(P ₁ , ATL, 5FO) Fly(P ₁ , ATL, JFK)
		Fly(P ₂ , ATL, SFO)
		Fly(P ₂ , ATL, SFO) Fly(P ₃ , SFO, ATL)
		Unload(C ₃ , P ₁ , JFK)
		` = ' ' ' ' '
		Fly(P ₃ , ATL, JFK)
		Fly(P ₂ , SFO, ATL)
		Fly(Pa, ATL, JEV)
		Fly(P ₂ , ATL, JFK)
		Fly(Pa, ATL, SFO)
		Fly(P ₃ , JFK, ATL)
		Fly(P2, JFK, ATL)

			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Fly(P2, ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , SFO, ATL)
			Load(C1, P1, ATL)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Fly(P ₃ , SFO, ATL)
			Fly(P ₂ , SFO, ATL)
			Fly(P ₃ , ATL, JFK)
			Fly(P ₂ , ATL, JFK)
			Fly(P1, SFO, JFK)
			Fly(P ₃ , JFK, ATL)
			Fly(P1, JFK, ATL)
			Load(C ₃ , P ₂ , JFK)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Fly(P ₂ , JFK, ATL)
			Fly(P ₃ , SFO, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P ₃ , ATL, JFK)
			Fly(P ₁ , SFO, ATL)
			Fly(P ₂ , SFO, ATL)
			Fly(P1, ATL, JFK)
			Unload(C3, P2, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P ₃ , JFK, ATL)
			Fly(P ₂ , SFO, JFK)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , JFK, ATL)
			Fly(P ₂ , JFK, ATL)
			Fly(P ₃ , SFO, ATL)
			Load(C ₃ , P ₃ , ATL)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Fly(P ₃ , SFO, ATL)
			Fly(P2, SFO, JFK)
			Unload(C1, P1, SFO)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Fly(P1, SFO, ATL)
			Fly(P ₃ , SFO, JFK)
			Fly(P1, ATL, JFK)
			Fly(P2, JFK, ATL)
			Fly(P ₃ , JFK, ATL)
			Fly(P2, ATL, SFO)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Unload(C ₃ , P ₃ , SFO)
			Fly(P ₃ , SFO, ATL)

	Fly(P2, SFO, ATL)
	Fly(P ₃ , ATL, JFK)
	Fly(P2, ATL, JFK)
	Fly(P1, JFK, ATL)
	Fly(P ₃ , JFK, ATL)
	Fly(P ₁ , ATL, SFO)
	Load(C ₃ , P ₁ , SFO)
	Fly(P ₃ , ATL, SFO)
	Fly(P ₁ , SFO, ATL)
	Fly(P ₃ , SFO, JFK)
	Fly(P ₁ , ATL, JFK)
	Fly(P ₂ , JFK, ATL)
	Fly(P ₃ , JFK, ATL)
	Fly(P ₂ , ATL, SFO)
	Fly(P ₃ , ATL, SFO)
	Unload(C ₃ , P ₁ , JFK)
	Fly(P ₂ , SFO, ATL)
	Fly(P ₁ , JFK, ATL)
	Fly(P ₂ , ATL, JFK)
	Fly(P ₁ , ATL, SFO)
	Fly(P ₃ , SFO, ATL)
	Fly(P ₁ , SFO, JFK)
	Load(C ₃ , P ₂ , JFK)
	Fly(P ₃ , ATL, SFO)
	Fly(P ₂ , JFK, ATL)
	Fly(P ₃ , SFO, JFK)
	Fly(P ₂ , ATL, SFO)
	Fly(P1, JFK, ATL)
	Fly(P ₂ , SFO, JFK)
	Fly(P ₁ , ATL, SFO)
	Load(C2, P1, SFO)
	Fly(P ₁ , SFO, ATL)
	Fly(P ₃ , JFK, ATL)
	Fly(P ₁ , ATL, JFK)
	Fly(P ₃ , ATL, SFO)
	Fly(P ₂ , JFK, ATL)
	Fly(P ₃ , SFO, JFK)
	Fly(P ₂ , ATL, SFO)
	Unload(C ₃ , P ₂ , SFO)
	Fly(P ₂ , SFO, ATL)
	Fly(P ₃ , JFK, ATL)
	Fly(P ₂ , ATL, JFK)
	Fly(P ₃ , ATL, SFO)
	Fly(P ₁ , JFK, ATL)
	Fly(P ₃ , SFO, JFK)
	Fly(P ₁ , ATL, SFO)
	Load(C ₃ , P ₁ , SFO)

	Fly(P1, SFO, ATL)
	Fly(P ₃ , JFK, ATL)
	Fly(P1, ATL, JFK)
	Fly(P ₃ , ATL, SFO)
	Fly(P ₂ , JFK, ATL)
	Fly(P ₃ , SFO, JFK)
	Fly(P ₂ , ATL, SFO)
	Unload(C ₃ , P ₁ , JFK)
	Fly(P ₂ , SFO, JFK)
	Unload(C ₂ , P ₁ , JFK)
	Fly(P ₃ , JFK, ATL)
	Fly(P ₂ , JFK, ATL)
	Fly(P ₃ , ATL, SFO)
	Fly(P ₂ , ATL, SFO)
	Fly(P1, JFK, ATL)
	Fly(P ₃ , SFO, ATL)
	Fly(P ₁ , ATL, SFO)
	Fly(P ₃ , ATL, JFK)
	Fly(P ₂ , SFO, ATL)
	Fly(P ₁ , SFO, ATL)
	Load(C ₃ , P ₃ , JFK)
	Fly(P ₂ , ATL, SFO)
	Fly(P ₁ , ATL, JFK)
	Fly(P ₃ , JFK, SFO)
	Fly(P ₂ , SFO, ATL)
	Fly(P1, JFK, SFO)
	Fly(P ₂ , ATL, JFK)
	Fly(P ₁ , SFO, ATL)
	Fly(P ₃ , SFO, ATL)
	Fly(P ₁ , ATL, JFK)
	Load(C ₂ , P ₂ , JFK)
	Fly(P ₃ , ATL, SFO)
	Fly(P ₂ , JFK, ATL)
	Fly(P ₃ , SFO, JFK)
	Fly(P ₂ , ATL, SFO)
	Fly(P ₁ , JFK, ATL)
	Fly(P ₂ , SFO, JFK)
	Fly(P ₁ , ATL, SFO)
	Unload(C ₃ , P ₃ , JFK)
	Fly(P ₃ , JFK, ATL)
	Fly(P ₁ , SFO, ATL)
	Fly(P ₃ , ATL, SFO)
	Fly(P ₁ , ATL, JFK)
	Fly(P ₂ , JFK, ATL)
	Fly(P ₃ , SFO, ATL)
	Fly(P ₂ , ATL, SFO)
	Load(C1, P2, SFO)

		Fly(P ₃ , ATL, SFO)
		Fly(P ₂ , SFO, ATL)
		Fly(P ₃ , SFO, JFK)
		Fly(P ₂ , ATL, JFK)
		Fly(P1, JFK, ATL)
		Fly(P ₃ , JFK, ATL)
		Fly(P ₁ , ATL, SFO)
		Fly(P ₃ , ATL, SFO)
		Unload(C ₂ , P ₂ , JFK)
		Fly(P ₁ , SFO, ATL)
		Fly(P ₂ , JFK, ATL)
		Fly(P ₁ , ATL, JFK)
		Fly(P ₃ , SFO, ATL)
		Fly(P ₂ , ATL, SFO)
		Fly(P ₃ , ATL, JFK)
		Fly(P ₁ , JFK, ATL)
		Load(C ₂ , P ₃ , JFK)
		Fly(P ₁ , ATL, SFO)
		Fly(P ₂ , SFO, ATL)
		Fly(P ₁ , SFO, JFK)
		Fly(P ₂ , ATL, JFK)
		Fly(P ₃ , JFK, ATL)
		Fly(P1, JFK, ATL)
		Fly(P ₃ , ATL, SFO)
		Fly(P ₁ , ATL, SFO)
		Unload(C2, P3, SFO)
		Fly(P ₃ , SFO, ATL)
		Fly(P ₁ , SFO, ATL)
		Fly(P ₃ , ATL, JFK)
		Fly(P ₁ , ATL, JFK)
		Fly(P2, JFK, SFO)
		Fly(P ₁ , JFK, SFO)
		Fly(P ₂ , SFO, ATL)
		Load(C2, P1, SFO)
		Fly(P2, ATL, JFK)
		Fly(P ₁ , SFO, ATL)
		Fly(P ₃ , JFK, ATL)
		Fly(P ₁ , ATL, JFK)
		Fly(P ₃ , ATL, SFO)
		Fly(P2, JFK, SFO)
		Fly(P ₁ , JFK, ATL)
		Fly(P ₂ , SFO, ATL)
		Unload(C1, P2, ATL)
		Fly(P ₂ , ATL, SFO)
		Fly(P ₁ , ATL, JFK)
		Fly(P ₃ , SFO, ATL)
		Fly(P2, SFO, ATL)

			Fly(P ₃ , ATL, JFK)
			Fly(P2, ATL, JFK)
			Fly(P1, JFK, ATL)
			Fly(P ₃ , JFK, ATL)
			Unload(C2, P1, ATL)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Fly(P ₃ , SFO, JFK)
			Fly(P ₁ , SFO, JFK)
			Fly(P ₂ , JFK, ATL)
			Fly(P ₃ , JFK, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Load(C ₃ , P ₁ , JFK)
			Fly(P ₂ , SFO, ATL)
			Fly(P1, JFK, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, JFK)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Fly(P ₃ , SFO, ATL)
			Fly(P ₂ , JFK, ATL)
			Fly(P ₃ , ATL, JFK)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P1, SFO, ATL)
			Fly(P ₃ , JFK, ATL)
			Unload(C3, P1, ATL)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Fly(P2, SFO, ATL)
			Fly(P ₃ , SFO, JFK)
			Fly(P2, ATL, JFK)
			Fly(P ₁ , SFO, ATL)
			Load(C2, P1, ATL)
			Fly(P2, JFK, SFO)
			Load(C1, P1, ATL)
			Fly(P1, ATL, SFO)
			Fly(P2, SFO, ATL)
			Fly(P1, SFO, JFK)
			Fly(P2, ATL, JFK)
			Fly(P ₃ , JFK, ATL)
			Fly(P1, JFK, ATL)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Fly(P1, ATL, SFO)
			Unload(C1, P1, SFO)
			Fly(P ₃ , SFO, ATL)
			Fly(P2, JFK, ATL)
			Fly(P1, SFO, ATL)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)

		Fly(P2, ATL, SFO)
		Fly(P ₃ , SFO, JFK)
		Fly(P1, ATL, JFK)
		Load(C ₁ , P ₂ , SFO)
		Fly(P ₂ , SFO, ATL)
		Fly(P ₁ , JFK, ATL)
		Fly(P ₂ , ATL, JFK)
		Fly(P ₁ , ATL, SFO)
		Fly(P ₃ , JFK, ATL)
		Fly(P ₁ , SFO, JFK)
		Fly(P ₃ , ATL, SFO)
		Unload(C ₁ , P ₂ , JFK)
		Fly(P2, JFK, ATL)
		Fly(P ₃ , SFO, ATL)
		Fly(P ₂ , ATL, SFO)
		Fly(P ₃ , ATL, JFK)
		Fly(P1, JFK, ATL)
		Fly(P ₂ , SFO, ATL)
		Fly(P ₁ , ATL, SFO)
		Unload(C ₂ , P ₁ , SFO)
		Fly(P ₂ , ATL, SFO)
		Fly(P ₁ , SFO, ATL)
		Fly(P ₂ , SFO, JFK)
		Fly(P ₁ , ATL, JFK)
		Load(C1, P3, JFK)
		Fly(P ₃ , JFK, ATL)
		Fly(P ₂ , JFK, ATL) Fly(P ₃ , ATL, SFO)
		Fly(P ₂ , ATL, SFO)
		Fly(P1, JFK, ATL)
		Fly(P ₂ , SFO, JFK)
		Fly(P ₁ , ATL, SFO)
		Load(C2, P3, SFO)
		Fly(P ₃ , SFO, ATL)
		Fly(P ₁ , SFO, ATL)
		Fly(P2, JFK, ATL)
		Fly(P ₃ , ATL, SFO)
		Unload(C1, P3, SFO)
		Fly(P2, ATL, SFO)
		Fly(P ₁ , ATL, SFO)
		Fly(P ₃ , SFO, ATL)
		Fly(P ₂ , SFO, ATL)
		Fly(P ₃ , ATL, JFK)
		Fly(P2, ATL, JFK)
		Load(C1, P1, SFO)
		Fly(P ₁ , SFO, ATL)
		Fly(P ₃ , JFK, ATL)

			Fly(P1, ATL, JFK)
			Fly(P ₂ , JFK, ATL)
		l I	Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
		l I	Fly(P ₃ , SFO, JFK)
		l I	Unload(C ₂ , P ₃ , JFK)
			Fly(P ₃ , JFK, ATL)
			Fly(P ₂ , SFO, ATL)
		l I	Fly(P ₃ , ATL, SFO)
		l I	Fly(P ₂ , ATL, JFK)
		l I	Load(C2, P2, JFK)
			Fly(P ₃ , SFO, ATL)
		l I	Fly(P ₂ , JFK, ATL)
		l I	Fly(P ₃ , ATL, JFK)
		l I	Fly(P1, JFK, ATL)
			Fly(P2, ATL, SFO)
			Fly(P1, ATL, SFO)
		l I	Fly(P ₂ , SFO, JFK)
			Unload(C1, P1, SFO)
			Fly(P ₂ , JFK, ATL)
		l I	Fly(P ₁ , SFO, ATL)
		l I	Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , ATL, JFK)
			Fly(P ₃ , JFK, ATL)
		l I	Fly(P ₂ , SFO, ATL)
		l I	Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Fly(P ₂ , ATL, JFK)
		l I	Load(C1, P3, SFO)
		l I	Fly(P ₃ , SFO, ATL)
		l I	Fly(P ₂ , JFK, ATL)
			Fly(P ₃ , ATL, JFK)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P1, JFK, ATL)
		l I	Fly(P ₃ , JFK, ATL)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Fly(P ₂ , SFO, ATL)
			Fly(P1, SFO, ATL)
			Unload(C2, P2, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
		l I	Fly(P ₃ , SFO, ATL)
		l I	Fly(P2, SFO, ATL)
			Fly(P ₃ , ATL, JFK)
			Fly(P2, ATL, JFK)
			Fly(P1, SFO, ATL)
			Unload(C1, P3, JFK)

			Fly(P1, ATL, JFK)
			Fly(P ₃ , JFK, ATL)
			Fly(P2, JFK, ATL)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Fly(P2, ATL, SFO)
			Fly(P1, JFK, ATL)
			Fly(P ₃ , SFO, ATL)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Load(C ₃ , P ₃ , ATL)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Fly(P ₂ , SFO, ATL)
			Fly(P ₁ , SFO, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, JFK)
			Fly(P ₁ , ATL, JFK)
			Fly(P3, SFO, JFK)
			Fly(P ₂ , JFK, ATL)
			Unload(C ₃ , P ₃ , JFK)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P ₃ , JFK, ATL)
			Fly(P ₂ , SFO, JFK)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , JFK, ATL)
			Fly(P ₃ , SFO, JFK)
			Fly(P1, ATL, SFO)
			Load(C1, P3, JFK)
			Fly(P1, SFO, JFK)
			Fly(P ₃ , JFK, ATL)
			Load(C ₂ , P ₃ , ATL)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Fly(P2, JFK, ATL)
			Fly(P ₃ , SFO, JFK)
			Fly(P2, ATL, SFO)
			Fly(P1, JFK, ATL)
			Fly(P2, SFO, JFK)
			Fly(P1, ATL, SFO)
			Unload(C2, P3, JFK)
			Fly(P1, SFO, JFK)
			Fly(P ₃ , JFK, ATL)
			Fly(P ₂ , JFK, ATL)
			Fly(P ₁ , JFK, ATL)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P ₃ , SFO, ATL)
			Unload(C1, P3, ATL)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Fly(P2, SFO, ATL)

			Fly(P ₃ , SFO, JFK)
			Fly(P2, ATL, JFK)
			Fly(P1, SFO, ATL)
			Fly(P ₃ , JFK, ATL)
			Load(C1, P1, ATL)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Fly(P ₃ , SFO, JFK)
			Fly(P ₁ , SFO, JFK)
			Fly(P ₂ , JFK, ATL)
			Fly(P ₃ , JFK, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Unload(C1, P1, JFK)
			Fly(P ₂ , SFO, ATL)
			Fly(P1, JFK, ATL)
			Fly(P ₃ , SFO, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Fly(P ₃ , ATL, JFK)
			Fly(P ₂ , SFO, ATL)
			Load(C ₃ , P ₃ , JFK)
			Fly(P ₂ , ATL, JFK)
			Fly(P ₁ , SFO, ATL)
			Fly(P ₃ , JFK, ATL)
			Fly(P ₁ , ATL, JFK)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Fly(P ₂ , JFK, ATL)
			Fly(P ₁ , JFK, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Fly(P ₃ , SFO, ATL)
			Unload(C ₃ , P ₃ , ATL)
			Fly(P ₃ , ATL, SFO)
			Fly(P ₂ , SFO, ATL)
			Fly(P ₁ , SFO, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, JFK)
			Load(C ₃ , P ₁ , ATL)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Fly(P ₃ , SFO, ATL)
			Fly(P ₁ , SFO, JFK)
			Fly(P ₃ , ATL, JFK)
			Fly(P ₂ , JFK, ATL)
			Fly(P ₁ , JFK, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Unload(C ₃ , P ₁ , SFO)
	1	1	01110000(03, 11, 010)

		Fly(P2, SFO, ATL)
		Fly(P ₁ , SFO, ATL)
		Fly(P2, ATL, JFK)
		Fly(P1, ATL, JFK)
		Fly(P ₃ , JFK, ATL)
		Fly(P ₂ , JFK, ATL)
		Load(C ₂ , P ₁ , JFK)
		Fly(P ₃ , ATL, SFO)
		Fly(P ₂ , ATL, SFO)
		Fly(P ₃ , SFO, JFK)
		Fly(P ₁ , JFK, ATL)
		Fly(P ₂ , SFO, ATL)
		Fly(P ₁ , ATL, SFO)
		Fly(P ₂ , ATL, JFK)
		Fly(P ₃ , JFK, ATL)
		Fly(P ₁ , SFO, ATL)
		Fly(P ₃ , ATL, SFO)
		Load(C ₁ , P ₂ , JFK)
		Fly(P ₁ , ATL, SFO)
		Fly(P ₂ , JFK, ATL)
		Fly(P ₃ , SFO, ATL)
		Fly(P ₂ , ATL, SFO)
		Fly(P ₃ , ATL, JFK)
		Fly(P ₁ , SFO, ATL)
		Fly(P2, SFO, ATL)
		Fly(P ₁ , ATL, JFK)
		Unload(C1, P2, ATL)
		Fly(P2, ATL, SFO)
		Fly(P ₃ , JFK, ATL)
		Fly(P ₂ , SFO, JFK)
		Fly(P ₃ , ATL, SFO)
		Fly(P1, JFK, ATL)
		Fly(P ₃ , SFO, JFK)
		Fly(P ₁ , ATL, SFO)
		Unload(C2, P1, SFO)
		Fly(P1, SFO, ATL)
		Fly(P ₃ , JFK, ATL)
		Fly(P ₁ , ATL, JFK)
		Fly(P ₃ , ATL, SFO)
		Fly(P ₂ , JFK, ATL)
		Fly(P ₃ , SFO, JFK)
		Fly(P2, ATL, SFO)
		Load(C ₃ , P ₂ , SFO)
		Fly(P ₂ , SFO, JFK)
		Fly(P ₃ , JFK, ATL)
		Fly(P2, JFK, ATL)
		Fly(P ₃ , ATL, SFO)

		1				
						Fly(P1, JFK, ATL)
						Fly(P2, ATL, SFO)
						Fly(P ₁ , ATL, SFO)
						Fly(P ₃ , SFO, ATL)
						Unload(C ₃ , P ₂ , SFO)
						Fly(P ₂ , SFO, ATL)
						Load(C ₁ , P ₃ , ATL)
						Fly(P ₃ , ATL, SFO)
						Fly(P2, ATL, SFO)
						Fly(P1, SFO, ATL)
						Fly(P ₃ , SFO, ATL)
						Fly(P1, ATL, JFK)
						Fly(P ₃ , ATL, JFK)
						Fly(P ₂ , SFO, ATL)
						Fly(P1, JFK, ATL)
						Fly(P ₂ , ATL, JFK)
						Fly(P ₁ , ATL, SFO)
						Load(C ₃ , P ₁ , SFO)
						,
						Fly(P ₁ , SFO, ATL)
						Fly(P2, JFK, ATL)
						Fly(P1, ATL, JFK)
						Fly(P ₂ , ATL, SFO)
						Unload(C1, P3, JFK)
						Fly(P2, SFO, JFK)
						Fly(P ₃ , JFK, ATL)
						Fly(P ₂ , JFK, ATL)
						Fly(P ₃ , ATL, SFO)
						Fly(P ₁ , JFK, ATL)
						Fly(P ₂ , ATL, SFO)
						Fly(P ₁ , ATL, SFO)
						Fly(P ₃ , SFO, ATL)
						Unload(C3, P1, SFO)
Depth						Algo. Was terminated after 5
Limited						minutes of runtime. It is
Search						likely that it will not find a
						solution
Uniform	4853	4855	44041	37.36	9	Load(C1, P1, SFO)
Cost	1~77	7~77	77274	J1.J-		Load(C ₂ , P ₂ , JFK)
Search						Load(C ₃ , P ₃ , ATL)
bearen						Fly(P ₁ , SFO, JFK)
						Fly(P ₂ , JFK, SFO)
						Fly(P ₃ , ATL, SFO)
						Unload(C ₃ , P ₃ , SFO)
						Unload(C1, P1, JFK)
						Unload(C2, P2, SFO)

Recursive						Algo. Was terminated after 5
Best First						minutes of runtime. It is
Search h_1						likely that it will not find a
						solution
Greedy	998	1000	892	6.441	17	Load(C1, P1, SFO)
Best First	990	1000	092	0.441	1/	Load(C ₂ , P ₂ , JFK)
Graph						Load(C ₃ , P ₃ , ATL)
Search h 1						Fly(P ₁ , SFO, ATL)
Scarcii ii_i						Fly(P ₂ , JFK, ATL)
						Fly(P ₃ , ATL, JFK)
						Fly(P ₁ , ATL, JFK)
						Unload(C1, P1, JFK)
						Load(C1, P3, JFK)
						Fly(P ₁ , JFK, ATL)
						Fly(P ₂ , ATL, SFO)
						Unload(C2, P2, SFO)
						Fly(P ₂ , SFO, ATL)
						Fly(P ₃ , JFK, SFO)
						Unload(C ₃ , P ₃ , SFO)
						Fly(P ₃ , SFO, JFK)
						Unload(C1, P3, JFK)
Astar	4853	4855	44041	39.79	9	Load(C ₁ , P ₁ , SFO)
Search h_1	40))	40))	44041	39.79	9	Load(C2, P2, JFK)
bearen n_1						Load(C ₃ , P ₃ , ATL)
						Fly(P ₁ , SFO, JFK)
						Fly(P ₂ , JFK, SFO)
						Fly(P ₃ , ATL, SFO)
						Unload(C ₃ , P ₃ , SFO)
						Unload(C ₁ , P ₁ , JFK)
						Unload(C2, P2, SFO)
Astar	1506	1508	13820	12.3989	9	Load(C ₃ , P ₃ , ATL)
Search	1,00	1)00	15020	12.5909	9	Fly(P ₃ , ATL, SFO)
h_ignore_						Unload(C ₃ , P ₃ , SFO)
preconditi						Load(C ₁ , P ₁ , SFO)
ons						Fly(P ₁ , SFO, JFK)
OHS						Unload(C1, P1, JFK)
						Load(C2, P2, JFK)
						Fly(P ₂ , JFK, SFO)
						Unload(C2, P2, SFO)
Astar	86	88	841	663.1023	9	Load(C1, P1, SFO)
Search			941	003.1023	9	Fly(P ₁ , SFO, JFK)
h_pg_level						Load(C ₂ , P ₂ , JFK)
sum						Fly(P ₂ , JFK, SFO)
Sum						Load(C ₃ , P ₃ , ATL)
						Fly(P ₃ , ATL, SFO)
						Unload(C ₃ , P ₃ , SFO)
						01110au(C3, 1 3, 31'0)

			Unload(C1, P1, JFK)
			Unload(C2, P2, SFO)

Problem: Air Cargo Problem 3

Problem statement:

```
Init(At(C1, SF0) \( \Lambda\) At(C2, JFK) \( \Lambda\) At(C3, ATL) \( \Lambda\) At(C4, ORD)
\( \Lambda\) At(P1, SF0) \( \Lambda\) At(P2, JFK)
\( \Lambda\) Cargo(C1) \( \Lambda\) Cargo(C2) \( \Lambda\) Cargo(C3) \( \Lambda\) Cargo(C4)
\( \Lambda\) Plane(P1) \( \Lambda\) Plane(P2)
\( \Lambda\) Airport(JFK) \( \Lambda\) Airport(SF0) \( \Lambda\) Airport(ATL) \( \Lambda\) Airport(ORD))
```

Goal(At(C1, JFK) \(\Lambda\) At(C3, JFK) \(\Lambda\) At(C2, SFO) \(\Lambda\) At(C4, SFO))

Search	# of node	# of	# of	Time	Total	Optimal sequence of
Method	expansio	goal	new	elapsed	Plan	actions
	ns	tests	nodes	in	Length	
	required			seconds		
Breadth	14663	18098	129631	87.64	12	Load(C ₂ , P ₂ , JFK)
First						Load(C1, P1, SFO)
Search						Fly(P2, JFK, ORD)
						Load(C ₄ , P ₂ , ORD)
						Fly(P1, SFO, ATL)
						Load(C ₃ , P ₁ , ATL)
						Fly(P1, ATL, JFK)
						Unload(C1, P1, JFK)
						Unload(C3, P1, JFK)
						Fly(P2, ORD, SFO)
						Unload(C2, P2, SFO)
						Unload(C4, P2, SFO)
Breadth						Algo. was terminated after
First Tree						10 minutes of runtime. It is
Search						likely that it will not find a
						solution
Depth	627	628	5176	2.837	596	Fly(P1, SFO, ORD)
First						Fly(P2, JFK, ORD)
Graph						Fly(P1, ORD, ATL)
Search						Fly(P2, ORD, ATL)
						Fly(P1, ATL, JFK)
						Fly(P2, ATL, SFO)
						Load(C1, P2, SFO)
						Fly(P2, SFO, ORD)
						Fly(P1, JFK, ORD)
						Fly(P2, ORD, ATL)
						Fly(P1, ORD, ATL)

	 1	
		Fly(P2, ATL, JFK)
		Fly(P ₁ , ATL, SFO)
		Unload(C1, P2, JFK)
		Fly(P1, SFO, ORD)
		Fly(P ₂ , JFK, ORD)
		Fly(P ₁ , ORD, ATL)
		Fly(P ₂ , ORD, ATL)
		Fly(P ₁ , ATL, JFK)
		Fly(P ₂ , ATL, SFO)
		3 ` '
		Load(C ₂ , P ₁ , JFK)
		Fly(P ₂ , SFO, ORD)
		Fly(P ₁ , JFK, ORD)
		Fly(P2, ORD, ATL)
		Fly(P1, ORD, ATL)
		Fly(P2, ATL, JFK)
		Fly(P1, ATL, SFO)
		Unload(C2, P1, SFO)
		Fly(P1, SFO, ORD)
		Fly(P2, JFK, ORD)
		Fly(P ₁ , ORD, ATL)
		Fly(P ₂ , ORD, ATL)
		Fly(P ₁ , ATL, JFK)
		Fly(P ₂ , ATL, SFO)
		Load(C ₂ , P ₂ , SFO)
		Fly(P ₂ , SFO, ORD)
		Fly(P ₁ , JFK, ORD)
		Fly(P ₂ , ORD, ATL)
		Fly(P ₁ , ORD, ATL)
		Fly(P ₂ , ATL, JFK)
		Load(C ₃ , P ₁ , ATL)
		Fly(P ₁ , ATL, ORD)
		Fly(P2, JFK, ORD)
		Fly(P1, ORD, SFO)
		Fly(P2, ORD, ATL)
		Fly(P1, SFO, JFK)
		Fly(P2, ATL, SFO)
		Unload(C2, P2, SFO)
		Fly(P ₂ , SFO, ORD)
		Fly(P ₁ , JFK, ORD)
		Fly(P ₂ , ORD, ATL)
		Fly(P ₁ , ORD, SFO)
		Fly(P ₂ , ATL, JFK)
		Fly(P ₁ , SFO, ATL)
		Load(C1, P2, JFK)
		Fly(P ₁ , ATL, ORD)
		Fly(P ₂ , JFK, ORD)
		Fly(P1, ORD, SFO)

			Fly(P2, ORD, ATL)
			Fly(P ₁ , SFO, JFK)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Unload(C1, P2, SFO)
			Fly(P ₂ , SFO, ORD)
			Fly(P1, JFK, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P1, ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, JFK)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Unload(C ₃ , P ₁ , SFO)
			Fly(P ₁ , SFO, ORD)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P1, ATL, JFK)
			Fly(P2, ATL, SFO)
			3 ` '
			Load(C3, P2, SFO)
			Fly(P ₂ , SFO, ORD)
			Fly(P ₁ , JFK, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, JFK)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Unload(C ₃ , P ₂ , JFK)
			Fly(P ₁ , SFO, ORD)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ORD, SFO)
			Load(C ₂ , P ₂ , SFO)
			Fly(P ₁ , ATL, ORD)
			Fly(P ₂ , SFO, ORD)
			Fly(P ₁ , ORD, SFO)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P ₁ , SFO, JFK)
			Fly(P ₂ , ATL, JFK)
			Unload(C2, P2, JFK)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P1, JFK, ORD)
			Fly(P2, ORD, ATL)
			Fly(P1, ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P1, ATL, SFO)
			Load(C1, P2, SFO)
			Fly(P ₂ , SFO, ORD)
			Fly(P ₁ , SFO, ORD)
			Fly(P2, ORD, ATL)

			Fly(P1, ORD, ATL)
			Fly(P2, ATL, JFK)
			Fly(P1, ATL, JFK)
			Unload(C1, P2, JFK)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P ₁ , JFK, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Load(C ₄ , P ₁ , ORD)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, ORD)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Fly(P ₂ , ORD, SFO)
			Fly(P ₁ , SFO, JFK)
			Fly(P ₂ , SFO, JFK)
			Unload(C4, P1, JFK)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Load(C3, P1, JFK)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P1, JFK, ORD)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , SFO, JFK)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Unload(C ₃ , P ₁ , SFO)
			Fly(P ₁ , SFO, ORD)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P1, ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P ₁ , ATL, JFK)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Load(C3, P2, SFO) Fly(P2, SFO, ORD)
			Fly(P1, JFK, ORD) Fly(P2, ORD, ATL)
			=
			Fly(P1, ORD, ATL
			Fly(P ₂ , ATL, JFK)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Load(C ₄ , P ₂ , JFK)
			Fly(P1, SFO, ORD)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P ₁ , ATL, JFK)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Unload(C ₄ , P ₂ , SFO)
			Fly(P ₂ , SFO, ORD)
			Fly(P1, JFK, ORD)

	Fly(P2, ORD, ATL)	
	Fly(P ₁ , ORD, ATL)	
	Fly(P ₂ , ATL, JFK)	
	Fly(P ₁ , ATL, SFO)	
	Unload(C ₃ , P ₂ , JFK)	
	Fly(P ₁ , SFO, ORD)	
	Fly(P ₂ , JFK, ORD)	
	Fly(P ₁ , ORD, ATL)	
	Fly(P ₂ , ORD, ATL)	
	Fly(P ₁ , ATL, JFK)	
	Fly(P ₂ , ATL, SFO)	
	Load(C4, P2, SFO)	
	Fly(P ₂ , SFO, ATL)	
	Fly(P ₁ , JFK, ORD)	
	Unload(C4, P2, ATL)	
	Fly(P ₁ , ORD, SFO)	
	Fly(P ₂ , ATL, ORD)	
	Fly(P ₁ , SFO, JFK)	
	Fly(P ₂ , ORD, SFO)	
	Fly(P ₁ , JFK, ATL)	
	Fly(P ₂ , SFO, JFK)	
	Load(C ₃ , P ₂ , JFK)	
	Fly(P1, ATL, ORD)	
	Fly(P ₂ , JFK, ORD)	
	Fly(P1, ORD, SFO)	
	Fly(P2, ORD, ATL)	
	Unload(C ₃ , P ₂ , ATL)	
	Fly(P2, ATL, ORD)	
	Fly(P1, SFO, ORD)	
	Fly(P2, ORD, SFO)	
	Fly(P1, ORD, ATL)	
	Fly(P2, SFO, JFK)	
	Fly(P1, ATL, JFK)	
	Load(C2, P2, JFK)	
	Fly(P2, JFK, ORD)	
	Fly(P1, JFK, ORD)	
	Fly(P2, ORD, ATL)	
	Fly(P1, ORD, ATL)	
	Fly(P2, ATL, SFO)	
	Fly(P ₁ , ATL, SFO)	
	Unload(C2, P2, SFO)	
	Fly(P2, SFO, ORD)	
	Fly(P ₁ , SFO, ORD)	
	Fly(P ₂ , ORD, ATL)	
	Fly(P ₁ , ORD, ATL)	
	Fly(P ₂ , ATL, JFK)	
	Fly(P ₁ , ATL, JFK)	

			Load(C1, P2, JFK)
			Fly(P2, JFK, ORD)
			Fly(P ₁ , JFK, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Fly(P2, ATL, SFO)
			Fly(P1, ATL, SFO)
			Unload(C1, P2, SFO)
			Fly(P2, SFO, ORD)
			Fly(P ₁ , SFO, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, JFK)
			Load(C ₄ , P ₁ , ATL)
			Fly(P1, ATL, ORD)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P1, ORD, SFO)
			Fly(P2, ORD, ATL)
			Fly(P ₁ , SFO, JFK)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Unload(C ₄ , P ₁ , JFK)
			Fly(P ₂ , SFO, ORD)
			Fly(P1, JFK, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P1, ORD, ATL)
			Fly(P2, ATL, JFK)
			Fly(P1, ATL, SFO)
			Load(C2, P1, SFO)
			Fly(P1, SFO, ORD)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P1, ATL, JFK)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Unload(C2, P1, JFK)
			Fly(P ₂ , SFO, ORD)
			Fly(P1, JFK, ORD)
			Fly(P2, ORD, ATL)
			Fly(P1, ORD, ATL)
			Fly(P2, ATL, JFK)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Load(C ₁ , P ₁ , SFO)
			Fly(P ₁ , SFO, ORD)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Fly(P2, ORD, ATL)
			Fly(P1, ATL, JFK)

T	.	,	
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Unload(C1, P1, JFK)
			Fly(P2, SFO, ORD)
			Fly(P1, JFK, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, JFK)
			Fly(P ₁ , ORD, SFO)
			Load(C ₄ , P ₂ , JFK)
			Fly(P ₁ , SFO, ATL)
			Fly(P ₂ , JFK, SFO)
			Fly(P ₁ , ATL, ORD)
			Unload(C ₄ , P ₂ , SFO)
			Fly(P ₁ , ORD, SFO)
			Fly(P ₂ , SFO, ORD)
			Fly(P1, SFO, ATL)
			Fly(P ₂ , ORD, JFK)
			Fly(P ₁ , ATL, JFK)
			Fly(P ₂ , JFK, ATL)
			Load(C ₂ , P ₁ , JFK)
			Fly(P ₂ , ATL, ORD)
			Fly(P1, JFK, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, SFO)
			Fly(P1, ORD, ATL)
			Fly(P2, SFO, JFK)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Unload(C2, P1, SFO)
			Fly(P1, SFO, ORD)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P1, ORD, ATL)
			Fly(P2, ORD, ATL)
			Fly(P ₁ , ATL, JFK)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Load(C ₄ , P ₂ , SFO)
			Fly(P ₂ , SFO, ORD)
			Fly(P ₁ , JFK, SFO)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Load(C ₃ , P ₂ , ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, ORD)
			Fly(P ₁ , SFO, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, SFO)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , SFO, JFK)
			Fly(P ₁ , ATL, JFK)
			Unload(C ₄ , P ₂ , JFK)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P1, JFK, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P1, ORD, ATL)

			Fly(P2, ATL, SFO)
			Fly(P1, ATL, SFO)
			Unload(C3, P2, SFO)
			Fly(P2, SFO, ORD)
			Fly(P ₁ , SFO, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P1, ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, JFK)
			Fly(P ₁ , ATL, JFK)
			Load(C ₄ , P ₂ , JFK)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P1, JFK, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Unload(C ₄ , P ₂ , ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, ORD)
			Fly(P ₁ , ATL, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, SFO)
			Fly(P ₁ , ORD, SFO)
			Fly(P ₂ , SFO, JFK)
			Fly(P ₁ , SFO, JFK)
			Load(C1, P2, JFK)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P ₁ , JFK, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Unload(C1, P2, SFO)
			Fly(P ₂ , SFO, ORD)
			Fly(P1, SFO, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P1, ORD, ATL
			Fly(P ₂ , ATL, JFK)
			Load(C ₄ , P ₁ , ATL)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P ₁ , SFO, JFK)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P ₁ , JFK, ORD)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Load(C ₃ , P ₂ , SFO)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , SFO, ORD)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Fly(P ₂ , ORD, JFK)
			Fly(P1, SFO, JFK)

			Unload(C3, P2, JFK)
			Fly(P2, JFK, ORD)
			Fly(P1, JFK, ATL)
			Fly(P2, ORD, ATL)
			Fly(P1, ATL, ORD)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , ORD, SFO)
			Unload(C ₄ , P ₁ , SFO)
			Fly(P ₂ , SFO, ORD)
			Fly(P ₁ , SFO, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P1, ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, JFK)
			Fly(P ₁ , ATL, JFK)
			Load(C ₃ , P ₂ , JFK)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P1, JFK, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P1, ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Unload(C ₃ , P ₂ , SFO)
			Fly(P ₁ , SFO, ORD)
			Load(C ₄ , P ₂ , SFO)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , SFO, JFK)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Load(C ₃ , P ₁ , SFO)
			Fly(P2, ORD, ATL)
			Fly(P ₁ , SFO, ORD)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P1, ORD, ATL) Fly(P2, SFO, JFK)
			Fly(P1, ATL, JFK)
			Unload(C4, P2, JFK)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P1, JFK, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P1, ORD, SFO)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , SFO, ATL)
			Load(C ₂ , P ₂ , SFO)
			Fly(P ₁ , ATL, ORD)
			Fly(P ₂ , SFO, ORD)
			Fly(P ₁ , ORD, SFO)
			Fly(P2, ORD, ATL)

			Fly(P1, SFO, JFK)
			Fly(P2, ATL, JFK)
			Unload(C2, P2, JFK)
			Fly(P2, JFK, ORD)
			Fly(P ₁ , JFK, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P1, ORD, SFO)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , SFO, ATL)
			Load(C ₁ , P ₂ , SFO)
			Fly(P ₁ , ATL, ORD)
			Fly(P ₂ , SFO, ORD)
			Fly(P ₁ , ORD, SFO)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P ₁ , SFO, JFK)
			Fly(P ₂ , ATL, JFK)
			Load(C ₄ , P ₂ , JFK)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P ₁ , JFK, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Unload(C ₄ , P ₂ , SFO)
			Fly(P ₂ , SFO, ORD)
			Fly(P ₁ , SFO, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P1, ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, JFK)
			Fly(P ₁ , ATL, JFK)
			Unload(C1, P2, JFK)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P ₁ , JFK, ORD)
			Fly(P2, ORD, ATL)
			Fly(P1, ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Unload(C3, P1, SFO)
			Fly(P ₂ , SFO, ORD)
			Fly(P ₁ , SFO, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, JFK)
			Fly(P ₁ , ATL, JFK)
			Load(C ₂ , P ₂ , JFK)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P1, JFK, ORD)

FI (D. ODD. ATI.)	
Fly(P2, ORD, ATL)	
Fly(P1, ORD, ATL)	
Fly(P ₂ , ATL, SFO)	
Fly(P ₁ , ATL, SFO)	
Unload(C ₂ , P ₂ , SFO)	
Fly(P ₂ , SFO, ORD)	
Fly(P ₁ , SFO, ORD)	
Fly(P ₂ , ORD, ATL)	
Fly(P ₁ , ORD, ATL)	
Fly(P ₂ , ATL, JFK)	
Fly(P ₁ , ATL, JFK)	
Load(C ₁ , P ₂ , JFK)	
Fly(P ₂ , JFK, ORD)	
Fly(P ₁ , JFK, ORD)	
Fly(P2, ORD, ATL)	
Fly(P2, ORD, ATL) Fly(P1, ORD, ATL)	
Fly(P2, ATL, SFO)	
Load(C2, P2, SFO)	
Fly(P ₁ , ATL, ORD)	
Fly(P ₂ , SFO, ORD)	
Fly(P ₁ , ORD, SFO)	
Fly(P2, ORD, ATL)	
Fly(P ₁ , SFO, JFK)	
Unload(C2, P2, ATL)	
Fly(P ₂ , ATL, ORD)	
Fly(P1, JFK, ORD)	
Fly(P ₂ , ORD, SFO)	
Fly(P ₁ , ORD, ATL)	
Fly(P ₂ , SFO, JFK)	
Fly(P1, ATL, SFO)	
Unload(C1, P2, JFK)	
Fly(P1, SFO, ORD)	
Fly(P ₂ , JFK, ORD)	
Fly(P1, ORD, ATL)	
Fly(P2, ORD, SFO)	
Fly(P1, ATL, JFK)	
Fly(P2, SFO, ATL)	
Load(C1, P1, JFK)	
Fly(P ₂ , ATL, ORD)	
Fly(P1, JFK, ORD)	
Fly(P ₂ , ORD, SFO)	
Fly(P ₁ , ORD, ATL)	
Fly(P ₂ , SFO, JFK)	
Fly(P ₁ , ATL, SFO)	
Unload(C ₁ , P ₁ , SFO)	
Fly(P ₁ , SFO, ORD)	
Fly(P ₂ , JFK, ORD)	

			Fly(P1, ORD, ATL)
			Fly(P2, ORD, ATL)
			Fly(P1, ATL, JFK)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Load(C ₄ , P ₂ , SFO)
			Fly(P ₂ , SFO, ORD)
			Fly(P ₁ , JFK, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, JFK)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Unload(C ₄ , P ₂ , JFK)
			Fly(P ₁ , SFO, ORD)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P1, ATL, JFK)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Load(C ₃ , P ₂ , SFO)
			Fly(P ₂ , SFO, ORD)
			Fly(P ₁ , JFK, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P1, ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, JFK)
			Fly(P1, ATL, SFO)
			Unload(C3, P2, JFK)
			Fly(P ₁ , SFO, ORD)
			Fly(P2, JFK, ORD) Fly(P1, ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P ₁ , ATL, JFK) Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Load(C1, P2, SFO)
			Fly(P ₂ , SFO, ORD)
			Fly(P ₁ , JFK, ORD)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ATL, JFK)
			Fly(P ₁ , ATL, SFO)
			Unload(C1, P2, JFK)
			Fly(P ₁ , SFO, ORD)
			Fly(P ₂ , JFK, ORD)
			Fly(P ₁ , ORD, ATL)
			Fly(P ₂ , ORD, ATL)
			Fly(P ₁ , ATL, JFK)
			Fly(P ₂ , ATL, SFO)
			Load(C ₄ , P ₁ , JFK)

Fly(P2, SFO, ORD)	
Fly(P1, JFK, ORD)	
Fly(P ₂ , ORD, ATL)	
Fly(P ₁ , ORD, ATL)	
Fly(P ₂ , ATL, JFK)	
Fly(P ₁ , ATL, SFO)	
Unload(C4, P1, SFO))
Fly(P ₁ , SFO, ORD)	
Fly(P ₂ , JFK, ORD)	
Fly(P ₁ , ORD, ATL)	
Fly(P ₂ , ORD, ATL)	
Fly(P ₁ , ATL, JFK)	
Fly(P ₂ , ATL, SFO)	
Load(C4, P2, SFO)	
Fly(P ₂ , SFO, ORD)	
Fly(P ₁ , JFK, ORD)	
Fly(P ₂ , ORD, ATL)	
Fly(P ₁ , ORD, ATL)	
Fly(P ₂ , ATL, JFK)	
Load(C ₂ , P ₁ , ATL)	
Fly(P ₁ , ATL, ORD)	
Fly(P ₂ , JFK, ORD)	
Fly(P ₁ , ORD, SFO)	
Fly(P ₂ , ORD, ATL)	
Unload(C ₄ , P ₂ , ATL)
Fly(P ₂ , ATL, ORD)	,
Fly(P ₁ , SFO, ORD)	
Fly(P ₂ , ORD, SFO)	
Fly(P ₁ , ORD, ATL)	
Fly(P ₂ , SFO, JFK)	
Fly(P ₁ , ATL, JFK)	
Load(C ₃ , P ₂ , JFK)	
Fly(P ₂ , JFK, ORD)	
Fly(P ₁ , JFK, ORD)	
Fly(P ₂ , ORD, ATL)	
Fly(P ₁ , ORD, ATL)	
Fly(P ₂ , ATL, SFO)	
Unload(C ₂ , P ₁ , ATL)	
Fly(P ₁ , ATL, ORD)	
Fly(P ₂ , SFO, ORD)	
Fly(P ₁ , ORD, SFO)	
Fly(P ₂ , ORD, ATL)	
Fly(P ₁ , SFO, JFK)	
Fly(P ₂ , ATL, JFK)	
Unload(C ₃ , P ₂ , JFK)	
Fly(P ₂ , JFK, ORD)	
Fly(P ₁ , JFK, ORD)	

		1	1	T	ı	
						Fly(P2, ORD, SFO)
						Fly(P1, ORD, SFO)
						Fly(P2, SFO, ATL)
						Load(C2, P2, ATL)
						Fly(P ₂ , ATL, ORD)
						Fly(P ₁ , SFO, ORD)
						Fly(P ₂ , ORD, SFO)
						Fly(P ₁ , ORD, ATL)
						Unload(C2, P2, SFO)
						Fly(P1, ATL, SFO)
						Fly(P2, SFO, JFK)
						Fly(P1, SFO, ORD)
						Fly(P2, JFK, ORD)
						Fly(P1, ORD, JFK)
						Fly(P2, ORD, ATL)
						Load(C ₄ , P ₂ , ATL)
						Fly(P ₂ , ATL, ORD)
						Fly(P1, JFK, ORD)
						Fly(P ₂ , ORD, SFO)
						Fly(P ₁ , ORD, ATL)
						Unload(C ₄ , P ₂ , SFO)
Depth						Algo. was terminated after
Limited						10 minutes of runtime. It is
Search						likely that it will not find a
						solution
Uniform	17783	17785	155920	375.56	12	Load(C1, P1, SFO)
Cost						Load(C2, P2, JFK)
Search						Fly(P ₁ , SFO, ATL)
						Load(C ₃ , P ₁ , ATL)
						Fly(P ₂ , JFK, ORD)
						Load(C ₄ , P ₂ , ORD)
						Fly(P ₁ , ATL, JFK)
						Fly(P ₂ , ORD, SFO)
						Unload(C ₄ , P ₂ , SFO)
						Unload(C ₃ , P ₁ , JFK)
						Unload(C2, P2, SFO)
						Unload(C1, P1, JFK)
Recursive						Algo. was terminated after
Best First						10 minutes of runtime. It is
Search						likely that it will not find a
with h_1						solution
Greedy	4031	4033	25704	63.097	22	Load(C1, P1, SFO)
Best First	4001	4º33	35794	03.09/	44	Load(C1, F1, SFO) Load(C2, P2, JFK)
Graph						Fly(P ₁ , SFO, ORD)
Search	1					
with h_1						Load(C ₄ , P ₁ , ORD) Fly(P ₂ , JFK, ATL)

	4			I		1/2 7 (57)
						Load(C ₃ , P ₂ , ATL)
						Fly(P ₂ , ATL, SFO)
						Fly(P ₁ , ORD, ATL)
						Unload(C ₄ , P ₁ , ATL)
						Fly(P1, ATL, ORD)
						Fly(P2, SFO, ATL)
						Load(C4, P2, ATL)
						Fly(P2, ATL, ORD)
						Unload(C3, P2, ORD)
						Load(C ₃ , P ₁ , ORD)
						Fly(P ₂ , ORD, SFO)
						Fly(P ₁ , ORD, JFK)
						Unload(C ₃ , P ₁ , JFK)
						Unload(C ₁ , P ₁ , JFK)
						Fly(P ₁ , JFK, ORD)
						Unload(C4, P2, SFO)
						Unload(C ₂ , P ₂ , SFO)
Astan	0-	0-				
Astar	17783	17785	155920	405.92	12	Load(C1, P1, SFO)
Search						Load(C2, P2, JFK)
with h_1						Fly(P ₁ , SFO, ATL)
						Load(C ₃ , P ₁ , ATL)
						Fly(P ₂ , JFK, ORD)
						Load(C ₄ , P ₂ , ORD)
						Fly(P1, ATL, JFK)
						Fly(P2, ORD, SFO)
						Unload(C4, P2, SFO)
						Unload(C3, P1, JFK)
						Unload(C2, P2, SFO)
						Unload(C1, P1, JFK)
Astar	5081	5083	45292	77.21	12	Load(C2, P2, JFK)
Search			.,,			Fly(P2, JFK, ORD)
with						Load(C ₄ , P ₂ , ORD)
h_ignore_						Fly(P ₂ , ORD, SFO)
preconditi						Unload(C ₄ , P ₂ , SFO)
ons						Load(C ₁ , P ₁ , SFO)
0115						Fly(P ₁ , SFO, ATL)
						Load(C ₃ , P ₁ , ATL)
						Fly(P ₁ , ATL, JFK)
						Unload(C ₃ , P ₁ , JFK)
						Unload(C ₂ , P ₂ , SFO)
A - 4			- 0 - 0			Unload(C1, P1, JFK)
Astar	414	416	3818	4993.29	12	Load(C1, P1, SFO)
Search						Fly(P ₁ , SFO, ATL)
with						Load(C ₃ , P ₁ , ATL)
h_pg_level						Fly(P1, ATL, JFK)
sum						Load(C2, P2, JFK)

			Fly(P2, JFK, ORD)
			Load(C4, P2, ORD)
			Fly(P2, ORD, SFO)
			Unload(C ₄ , P ₂ , SFO)
			Unload(C3, P1, JFK)
			Unload(C2, P2, SFO)
			Unload(C1, P1, JFK)