|  |  |
| --- | --- |
| Een foto van een kronkelende weg en bomen  Project hotel  Extra Documentatie voor Hotel Simulatie | Abstract  Extra gedocumenteerde uitleg over de code en werking in de Hotel Simulatie voor een Project voor klas 2 Software Engineering in Haagse Hogeschool HBO-ICT vestiging Zoetermeer.  Bruschke, D.H.W. (17023785)  HBO-ICT Zoetermeer |

Introductie

Voor de Hotel Simulatie die voor het eerste blok in jaar 2 van HBO-ICT Zoetermeer gemaakt moet worden, hebben we een aantal keuzes gemaakt die van toepassing op de code zijn. Ook voor verschillende onderdelen van het hotel hebben we een paar keuzes gemaakt die beter gedocumenteerd kunnen worden dan met wat uitge-commente code. Vandaar dat daar een apart document voor is gemaakt.

Contents

[Lift 3](#_Toc527891058)

[Interactie met de klant 3](#_Toc527891059)

[Route calculatie 4](#_Toc527891060)

[Slimme Lift 5](#_Toc527891061)

[Pathfinding 7](#_Toc527891062)

[Graph 7](#_Toc527891063)

[CreateGraph 7](#_Toc527891064)

[QuickestRoute 9](#_Toc527891065)

[Route Class 10](#_Toc527891066)

# Lift

Aan de lift waren een aantal requirements aan gebonden. De lift moest namelijk een slimme lift zijn, oftewel: de lift moest efficiënt klanten ophalen en wegbrengen naar hun verdieping zoals een echte lift dat ook doet. Daarvoor zijn we door een aantal designs gegaan, en hebben we besloten om de lift te laten werken met twee **List<int>** om de verdiepingen waar die naartoe moet bij te houden, een **Enum** voor de directie waar die op gaat en om de **int PositionY** te gebruiken om aan te geven op welke verdieping die zicht bevindt.

## Interactie met de klant

Omdat een klant natuurlijk sommige dingen niet kan weten van een lift (bijvoorbeeld welke verdiepingen die allemaal af moet gaan) hebben we gekozen om sommige elementen **private** te houden (de 2 **List<int>** en de **Enum**). De klant kan alleen informatie van de lift halen wanneer de **GetElevatorInfo()** methode is aangeroepen die in de Elevator class staan. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de **System.ValueTuple** NuGet Package, waardoor meerdere waardes in een **Tuple** ge-returned kunnen worden *(zie de code hieronder)*.

public (char, int) GetElevatorInfo()

{

return (Direction, PositionY);

}

*GetElevatorInfo() methode uit de Elevator.cs class*

Deze methode kan aangeroepen worden door de klant. De **(char, int)** voor de **GetElevatorInfo()** is de **Tuple** die ge-returned wordt naar de klant wanneer de methode wordt aangeroepen. De lift geeft dan de kant waar die toe gaat terug en de huidige **PositionY** (verdieping) waar die is. Met deze twee gegevens kan de klant uitrekenen welke route die moet nemen (via de trap of met de lift, *zie hoofdstuk* [***Pathfinding***](#_QuickestRoute) *voor meer informatie*).

public void RequestElevator(int RequestFloor)

{

if (RequestFloor <= Hotel.Floors.Length - 1 && RequestFloor >= 0)

{

if (RequestFloor > PositionY)

{

Up.Add(RequestFloor);

}

else

{

Down.Add(RequestFloor);

}

UpdateList();

}

}

*RequestElevator(int RequestFloor) methode uit de Elevator.cs class*

Dit is de methode die aangeroepen wordt als de klant met de **Elevator** wilt gaan. Er wordt een **int** meegegeven die wordt toegevoegd aan de **Down-** of **Up** **List<int>**. Allereerst checkt de **if** statement of de **int RequestFloor** eigenlijk wel binnen het **Hotel** zit. Dit doet die door te kijken naar de maximale hoogte van het hotel (**Hotel.Floors.Length**) en door te kijken of het groter of gelijk is aan 0 (**RequestFloor >= 0**). Daarna kijkt de methode of de **RequestFloor int** boven of onder de **Elevator** zijn **PositionY** zit. Als die erboven zit, wordt de **RequestFloor int** toegevoegd aan de **Up List<int>**, anders wordt die toegevoegd aan **Down List<int>**. Als laatste worden de **List**’s ge-update door de **UpdateList()** methode (*zie kopje* [***Route Calculatie***](#_Route_calculatie) *voor meer informatie over de* ***UpdateList()*** *methode)*.

## Route calculatie

De lift in het hotel is dus een “slimme” lift, maar wat maakt een lift nou “slim”? Dat is wat we ons eerst af gingen vragen voordat we begonnen met het schrijven van de **Elevator** code. Om uit te zoeken wat een slimme lift nou daadwerkelijk is, hebben we besproken hoe een lift klanten zo efficiënt mogelijk kan ophalen. Hierbij zijn we tot de conclusie gekomen dat de lift hiervoor 2 **Lists** hiervoor kan gebruiken, een **List** die bijhoud welke verdiepingen hij af moet gaan wanneer de lift omhoog gaat en een **List** die behoud welke verdiepingen hij af moet gaan wanneer die naar beneden gaat. We zijn begonnen met dit op te slaan in een **List<int>**, maar zijn daarna op de hoogte gebracht van Tim Cocx *(leraar HBO-ICT Zoetermeer, onze Projectbegeleider voor dit project)* dat een **HashSet<>** een stuk makkelijker is. Voordat we de **HashSet<>** gingen gebruiken, zijn we even gaan kijken of de **HashSet<>** wel een goed idee is om te gebruiken. Al snel kwamen we erachter dat een **HashSet<>** geen Indexing had (waar onze **Elevator** klasse erg veel gebruik van maakt). Het enige probleem dat een **HashSet<>** zou oplossen, is dat bij de **UpdateList()** methode (zie volgende pagina) de **Distinct()** niet meer gebruikt hoefde te worden. We zijn daardoor tot de conclusie gekomen dat de twee **List<>** methode die we gebruikte handiger was, vergeleken met het ombouwen van de **Elevator** klasse om de 2 **HashSet<>** te implementeren.

private void UpdateList()

{

Up = Up.Distinct().OrderBy(x => x).ToList();

Down = Down.Distinct().OrderByDescending(x => x).ToList();

}

*UpdateList() methode uit de Elevator.cs class*

Hierboven is te zien hoe de **List**’s worden ge-update elke keer dat een **ElevatorShaft** werd toegevoegd. Door een **HashSet<>** te gebruiken in plaats van een **List<>** kan de **.Distinct()** query weggehaald worden, want een er kunnen geen duplicate waardes toegevoegd worden aan een **HashSet<>**. We hebben echter gekozen voor de **List<>** in plaats van de **HashSet<>**. Voor de rest wordt de lijst geordend op de **int** waarde in de Up- en Down **List<>**, wat betekend dat de Up **List<>** wordt geordend op een normale wijze (van laag naar hoog), terwijl de Down **List<>** wordt geordend **ByDescending** (van hoog naar laag).

### Slimme Lift

Nu komen we bij het gedeelte aan waar we uitleggen hoe onze slimme lift werkt. Onze slimme lift werkt door de **Enum** die aan de **Directie** gebonden is. We gaan stapsgewijs door de code heen.

if(Direction == ElevatorDirection.IDLE)

{

if(Up.Count > Down.Count)

{

Direction = ElevatorDirection.UP;

}

else

{

Direction = ElevatorDirection.DOWN;

}

}

*Een stuk uit de Move() methode uit de Elevator.cs class*

**Direction** is dus de **Enum** voor de richting van de lift. Hier wordt er even gecheckt of de lift **IDLE** is en of die dus moet bewegen. Dit wordt gedaan door te kijken naar het aantal **int**’s in de **Up**- en de **Down** **List<int>** en die met elkaar te vergelijken. De **List<>** met de grootste prioriteit (het grootste aantal **int**’s) wordt gekozen en de **Direction** wordt dus gezet naar de **List<>** met de grootste prioriteit.

*Een stuk uit de Move() methode uit de Elevator.cs class*

if (Direction == ElevatorDirection.UP)

{

if (Up.Count == 0 && Down.Count != 0)

{

this.Direction = ElevatorDirection.DOWN;

Move();

}

else

{

PositionY++;

for (int i = 0; i < Up.Count; i++)

{

if (Up[i] == PositionY)

{

Up.RemoveAt(i);

break;

}

}

}

}

Dit is waar het bewegen begint. Hier wordt gekeken naar de **Direction**, als de **Direction UP** is, dan wordt er gecheckt naar de **Up List<int>** om te kijken of die leeg is of niet, als dat zo is moet die namelijk switchen naar **DOWN**. Als dit niet zo is, wordt de **PositionY** met 1 verhoogt (om door de lijst van **Up** te gaan). Daarna gaat de **for** loop kijken of er een **int** (verdieping) in de **Down List<int>** staat die hetzelfde is als de huidige **PositionY** van de lift, zodat de **Down List<int>** niet twee keer langs hetzelfde punt gaat. Als de waarde is gevonden, wordt die uit de **Down List<int>** gehaald. Er is al **Distinct()** gekeken naar de **List<>**, dus het heeft geen zin meer om door te gaan zoeken naar duplicates (vandaar dat de **for** loop **break**t). Hetzelfde principe gebeurd bij als de **Direction** **DOWN** is, er wordt dan alleen ge-switched naar **UP** in plaats van **DOWN** als de **List<int>** leeg is en de **PositionY** gaat met 1 omlaag. Zoals een echte slimme lift, zal de **Elevator** dus eerst zijn **List<>** van de kant waar die opgaat leeg maken, daarna gaat die naar de andere verdiepingen. Hierdoor kunnen ook **Elevator** requests toegevoegd blijven worden aan de **List<>** van de kant waar die opgaat, en de **Elevator** zal altijd langs dat punt gaan.

# Pathfinding

In het project is Pathfinding een groot aspect. Wij hebben daarom ook goed nagedacht over hoe we dit probleem gingen oplossen. Bij ons hotel maken we gebruik van een achterliggende **Graph** met **Node**’s. **Node**’s weten welke andere **Node**’s aan hem verbonden zitten en aan welk **IArea** die verbonden is en de **Graph** weet welke **StartingNode** die heeft en een **Node[,]** (2-dimensionale **Array**) voor een overzicht van alle **Node**’s. Perfect voor Pathfinding dus, want we kunnen aan de **Graph** vragen wat de route is van de ene naar de andere **Node**. Hieronder vindt u meer uitleg over de keuzes die zijn gemaakt voor het Pathfinding gedeelte van het project.

## Graph

Na het aanmaken van de **Hotel** klasse wordt er ook een **Graph** klasse gemaakt. Dit is een **static class**, zodat andere classes binnen de **namespace HotelSimulatie** er direct bij kunnen. Deze wordt gevuld door de **CreateGraph()** methode. Deze is te lang om te laten zien, dus verwijs ik hier u om naar de code zelf te kijken en intussen dit document ernaast te houden *(ProjectHotel\HotelSimulatie\HotelSimulatie\Pathfinding\Graph.cs)*.

## CreateGraph

De **Graph** wordt gevuld door een dubbele **for** loop die door alle **IArea**’s van **Hotel.Floors** gaat. Aan de hand van de locatie van de **IArea** (wordt gezien met de **i-** en **j int** variable) wordt er een **Node** met een bepaald **NodeType** gecreerd. De **NodeType**’s staan in een **Enum** binnen de **Node** klasse**.** Deze **Node**’s worden in een tijdelijke **Node[,]** opgeslagen om daarna in de **private static HotelNodes** te komen.

Daarna wordt de tijdelijke **Node[,]** (**hotelNodes**) uitgelezen door een nieuwe dubbele **for** loop. Deze keer worden de **Node**’s binnen de **hotelNodes** gevuld met data. Dit is de **private** array die we kunnen gebruiken wanneer we een positie willen weten, of in ons geval: uitrekenen wat de snelste en efficiëntste route is van A naar B.

Omdat er verschillende soorten **Node**’s zijn (trappen, liftschachten, gangen, etc.) moeten we ze dus ook elk anders vullen. **Node** class heeft daarom ook een paar methodes om goed de **Node**’s om hem heen met elkaar te verbinden.

public Node FillRoomNode(IArea Area, Node LeftNode, Node RightNode)

{

this.Area = Area;

this.RightNode = RightNode;

this.LeftNode = LeftNode;

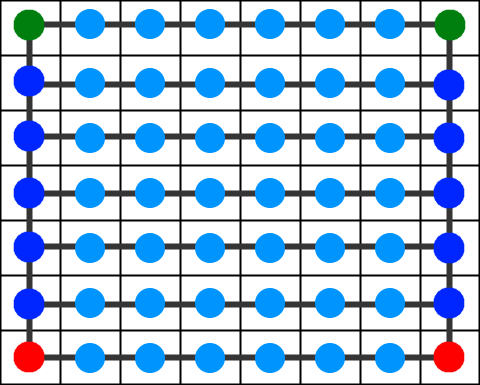
this.NodeType = ENodeType.Room;

return this;

}

*Een van de methodes uit de Node.cs class, wordt gebruikt om zichzelf te vullen met data.*

Hierboven is een van de methodes die in de **Node** class staat. Omdat een ‘**RoomNode**’ geen informatie hoeft te weten welke **Node** er boven- of onder hem zit, worden ook alleen de linker en rechter **Node** gevuld. Deze methode wordt aangeroepen wanneer er een **Node** gevuld moet worden dat geen **ElevatorShaft** is (**X** = 0) en geen **Staircase** (**X** = **Hotel.Floors[0].Areas.Length**). Hieronder volgt een voorbeeld hoe een totale **Graph** eruit kan zien. Er wordt een voorbeeld genomen met een **Y** van 7 (7 verdiepingen hoog) en een **X** van 8 (8 kamers in de breedte) **Hotel**.

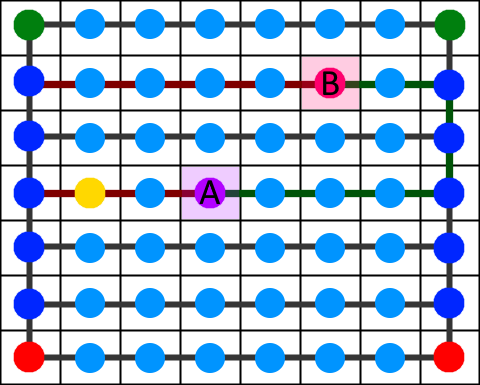


Elk rondje is een **Node**, elk grijs streepje is een connectie tussen twee **Node**’s (dit is een wederzijdse connectie, de linker-**node** weet dat de rechter-**node** aan hem verbonden zit, en andersom). De rode **Node**’s zijn **BottomNode**’s, wat betekent dat ze een **Node** aan de rechter- of linkerkant hebben (ligt eraan of het een trap- of een liftschacht is) en een **Node** die boven aan hem verbonden is. Hetzelfde geldt voor de groene **Node**’s (**TopNode**’s), maar dan zit er geen **Node** boven hem, maar onder hem. De donkerblauwe **Node**’s zijn **MoveAbleNode**’s. Deze hebben een **Node** onder ze, boven ze en naast hen (aan welke kant ligt eraan of het een trap- of liftschacht is).

Indirect is elke **Node** dus aan elkaar verbonden, dit kunnen we voor onze **Pathfinding** gebruiken. Laten we er een voorbeeld aan geven.

## QuickestRoute

Een van de methodes die iedereen kan aanroepen in de **Graph** class is **QuickestRoute()**, wat eigenlijk de kern is van het **Pathfinding** in ons geval. Deze methode berekent namelijk alle mogelijk routes voor de class die het opvraagt, en geeft deze terug in een **Path** class. Het is makkelijker om deze methode uit te leggen met plaatjes dan met code, maar de plaatjes leggen de **QuickestRoute()** makkelijker uit dan de code. Wel zult u de code begrijpen nadat u de plaatjes met de uitleg heeft gelezen.



Stel, we willen als klant van **Node** A naar **Node** B. Dit kan op twee manieren, namelijk via de trap of via de lift. De twee routes zijn al uitgetekend: de lift route is donkerrood en de trap route is donkergroen. Sinds we niet weten waar de lift is en hoelang het duurt voordat de lift op onze verdieping staat kunnen we er niet vanuit gaan hoelang het duurt om op punt B te komen via de lift. Daarom wordt er eerst vergeleken tussen de lengte van de trap route en van de lift route zonder de lift, als de trap route korter is dan naar de lift toe, en vanaf de lift naar de eindbestemming. Dan wordt er gekozen voor de trap route. Als dat niet zo is, dan gaat de klant eerst naar de gele **Node** toe om de huidige positie en de richting (*zie hoofdstuk* [***Lift***](#_Interactie_met_de) *voor meer informatie*) van de lift op te vragen. Daarmee kan de klant namelijk zelf berekenen of die de lift gaat nemen of niet. Dit wordt met een “Worst-Case-Scenario” manier berekend. Hieronder staat hoe die dat doet.

Wanneer de klant voor de lift staat kan hij dus vragen naar de richting van de lift en op welke verdieping die staat in de vorm van een **Tuple<Direction, int>**, waar de **int** staat voor de verdieping. Met die informatie kan de klant berekenen of die toch de trap moet nemen of niet. Dit berekent die door naar de lift te kijken met een “Worst-Case-Scenario” instelling, de langst mogelijke tijd voor de lift om van zijn huidige positie naar de hoogste verdieping te gaan voor de kant waar die op gaat, om dan naar de klant toe te gaan en hem naar zijn verdieping te brengen. In het geval hiernaast wild de klant van verdieping 0 naar verdieping 3 en krijgt van de lift te weten dat die op verdieping 3 zit en omhoog aan het gaan is. Zo berekent de klant dat het waarschijnlijk 2 + 5 + 3 = 10 HTE zal duren voordat de lift de klant hem naar zijn verdieping heeft gebracht. Dus als we het geval van **Node** A naar **Node** B hiermee gaan bekijken (als we een trap tijd (tijd dat het duurt voordat een klant een trap op/af kan) van 2 HTE nemen), dan zal de route via de trap 4 + 4+ 2 = 10 HTE kosten, maar 2 + 5 + 2 = 9 HTE duren om met de lift te gaan. De lift-route is dus korter, daarom gaat de klant even checken of dit wel zo is (want de positie en richting van de lift zijn onduidelijk) en loopt dus naar de gele **Node**. Wanneer hij daar aan komt krijgt hij van de lift te weten welke kant die op gaat en op welke verdieping die is, waardoor de klant kan berekenen of het wel efficiënt is om de lift route te nemen. In dit voorbeeld gaan we er even vanuit dat de lift op een optimale positie voor de klant staat (een richting van **IDLE** en op de verdieping van de klant **3**). Hij berekent opnieuw hoelang het zal duren met de trap en hoeveel met de lift (Trap: 6 + 4 + 2 = 12 HTE, Lift: 1 + 2 + 5 = 8 HTE). In dit voorbeeld is het dus efficiënter voor de klant om de lift te nemen, dan om de trap te gebruiken. Als de lift op een andere positie stond met een andere richting, dan had de klant de trap-route genomen.

### Route Class