

ENTWURFSDOKUMENT

(V. 1.0)

KNOT³
PSE WS 2013/14

Auftraggeber:
Karlsruher Institut für Technologie
Institut für Betriebs- und Dialogsysteme
Prof. Dr.-Ing. C. Dachsbacher

Betreuer:
Dipl.-Inf. Thorsten Schmidt
Dipl.-Inform. M. Retzlaff

Auftragnehmer:
Tobias Schulz, Maximilian Reuter, Pascal Knodel,
Gerd Augsburg, Christina Erler, Daniel Warzel

20. Dezember 2013

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Aufbau	4
2.1. Architektur	4
2.2. Verwendete Entwurfsmuster	5
2.3. Klassendiagramm	5
3. Klassenübersicht	6
3.1. Package Core	6
3.1.1. Klassen	6
3.1.2. Schnittstellen	18
3.1.3. Enumerationen	20
3.2. Package GameObjects	23
3.2.1. Klassen	23
3.2.2. Schnittstellen	37
3.2.3. Enumerationen	39
3.3. Package Screens	39
3.3.1. Klassen	39
3.3.2. Schnittstellen	50
3.3.3. Enumerationen	50
3.4. Package RenderEffects	50
3.4.1. Klassen	50
3.4.2. Schnittstellen	54
3.4.3. Enumerationen	55
3.5. Package KnotData	55
3.5.1. Klassen	55
3.5.2. Schnittstellen	66
3.5.3. Enumerationen	67
3.6. Package Widgets	68
3.6.1. Klassen	68
3.6.2. Schnittstellen	81
3.6.3. Enumerationen	81
4. Abläufe	84
4.1. Sequenzdiagramme	84
5. Anmerkungen	85
Klassenindex	86
A. Glossar	89

1. Einleitung

Das Knobel- und Konstruktionsspiel Knot³ wurde vom IBDS Dachsbacher in Auftrag gegeben. Die Idee und das Konzept entstanden am Institut für Computergrafik in Zusammenarbeit mit der Hochschule für Gestaltung (HfG) in Karlsruhe und wird im Rahmen des Softwareprojekts PSE von Studenten des Karlsruher Instituts für Technologie umgesetzt. Knot³ wird wie im Pflichtenheft spezifiziert ausgearbeitet.

Als Entwurfsumgebung wurde Microsoft Visual Studio 2013 verwendet. Die Entwicklung soll in der Sprache C-Sharp, aufbauend auf dem Microsoft XNA-Framework, erfolgen.

2. Aufbau

2.1. Architektur

Die grundlegende Architektur des Spiels basiert auf der Spielkomponenten-Infrastruktur des XNA-Frameworks, die mit Spielzuständen kombiniert wird. Die abstrakten Klassen `GameStateComponent` und `DrawableGameStateComponent` erben von den von XNA bereitgestellten Klassen `GameComponent` und `DrawableGameComponent` implementieren zusätzlich die Schnittstelle `IGameStateComponent`. Sie unterscheiden sich von den XNA-Basisklassen dadurch, dass sie immer eine Referenz auf einen bestimmten Spielzustand halten und nur in Kombination mit diesem zu verwenden sind.

Die Spielzustände erben von der abstrakten Basisklasse `GameScreen` und halten eine Liste von `IGameStateComponent`-Objekten. Wird ein Spielzustand aktiviert, indem von einem anderen Spielzustand aus zu ihm gewechselt wird oder indem er der Startzustand ist, dann weist er seine Liste von `IGameStateComponent`-Objekten dem `Components`-Attribut der `Game`-Klasse zu, die von der vom XNA-Framework bereitgestellten abstrakten Klasse `Game` erbt. So ist zu jedem Zeitpunkt während der Laufzeit des Spiels ein Spielzustand aktiv, der die aktuelle Liste von Spielkomponenten verwaltet.

Die Spielkomponenten, die nicht gezeichnet werden und nur auf Eingaben reagieren, haben nur eine `Update()`-Methode und erben von `GameStateComponent`. Dies sind vor allem verschiedene Input-Handler, welche Tastatur- und Mauseingaben verarbeiten und beispielsweise die Kameraposition und das Kameratarget ändern oder Spielobjekte bewegen.

Spielkomponenten, die neben der `Update()`-Methode auch eine `Draw()`-Methode besitzen, erben von `DrawableGameStateComponent`. Dies sind vor allem die Elemente, aus denen die grafische Benutzeroberfläche zusammengesetzt ist, deren abstrakte Basisklasse `Widget` darstellt. [weitere Erklärungen zu Widgets...]

Alle Spielobjekte implementieren die Schnittstelle `IGameObject`. Die abstrakte Klasse `GameModel` repräsentiert dabei ein Spielobjekt, das aus einem 3D-Modell besteht, und hält zu diesem Zweck eine Referenz auf ein Objekt der Klasse `Model` aus dem XNA-Framework sowie weitere Eigenschaften wie Position, Drehung und Skalierung.

Spielobjekte sind keine Komponenten, sondern werden in einer Spielwelt zusammengefasst, die durch die Klasse `World` repräsentiert wird. Die Spielwelt ist ein `DrawableGameStateComponent` und ruft in ihren `Update()`- und `Draw()`-Methoden jeweils die dazugehörigen Methoden aller in ihr enthaltenen Spielobjekte auf.

Shadereffekte werden durch die abstrakte Klasse `RenderEffect` und die von ihr abgeleiteten Klassen gekapselt. Ein `RenderEffect` enthält ein Rendertarget vom Typ `RenderTarget2D` als Attribut und implementiert jeweils eine `Begin()`- und eine `End`-Methode. In der Methode `Begin()` wird das aktuell von XNA genutzte Rendertarget auf einem Stack gesichert und das Rendertarget des Effekts wird als aktuelles Rendertarget gesetzt.

Nach dem Aufruf von `Begin()` werden alle `Draw()`-Aufrufe von XNA auf dem gesetzten Rendertarget ausgeführt. Es wird also in eine im `RenderTarget2D`-Objekt enthaltene Bitmap gezeichnet. Dabei wird von den `Draw()`-Methoden der `GameModels` die `DrawModel(GameModel)`-Methode des `RenderEffects` aufgerufen, der die Modelle mit bestimmten Shadereffekten in die Bitmap zeichnet.

In der `End()`-Methode wird schließlich das auf dem Stack gesicherte, vorher genutzte Rendertarget wiederhergestellt und das Rendertarget des `RenderEffects` wird, unter Umständen verändert durch Post-Processing-Effekte, auf dieses übergeordnete Rendertarget gezeichnet.

2.2. Verwendete Entwurfsmuster

2.3. Klassendiagramm

3. Klassenübersicht

3.1. Package Core

3.1.1. Klassen

Klasse `Angles3`

Beschreibung:

Diese Klasse repräsentiert die Rotationswinkel der drei Achsen X, Y und Z. Sie bietet Möglichkeit vordefinierte Winkelwerte zu verwenden, z.B. stellt Zero den Nullvektor dar. Die Umwandlung zwischen verschiedenen Winkelmaßen wie Grad- und Bogenmaß unterstützt sie durch entsprechende Methoden.

0

Angles3
+ X : float + Y : float + Z : float + Zero : Angles3
+ FromDegrees (float X, float Y, float Z) : Angles3 + Angles3 (float X, float Y, float Z) : void + ToDegrees (float X, float Y, float Z) : void

Eigenschaften:

public float X

Der Rotationswinkel um die X-Achse.

public float Y

Der Rotationswinkel um die Y-Achse.

public float Z

Der Rotationswinkel um die Z-Achse.

public Angles3 Zero

Eine statische Eigenschaft mit dem Wert $X = 0$, $Y = 0$, $Z = 0$.

Konstruktoren:

public Angles3 (float X, float Y, float Z)

Konstruiert ein neues Angles3-Objekt mit drei gegebenen Winkeln.

Methoden:

public **Angles3** FromDegrees (**float** X, **float** Y, **float** Z)

Konvertiert Grad in Bogenmaß.

public void ToDegrees (**float** X, **float** Y, **float** Z)

Konvertiert Bogenmaß in Grad.

Klasse BooleanOptionInfo

Beschreibung:

Diese Klasse repräsentiert eine Option, welche die Werte „Wahr“ oder „Falsch“ annehmen kann.

Eigenschaften:

public **bool** Value

Ein Property, das den aktuell abgespeicherten Wert zurückgibt.

Konstruktoren:

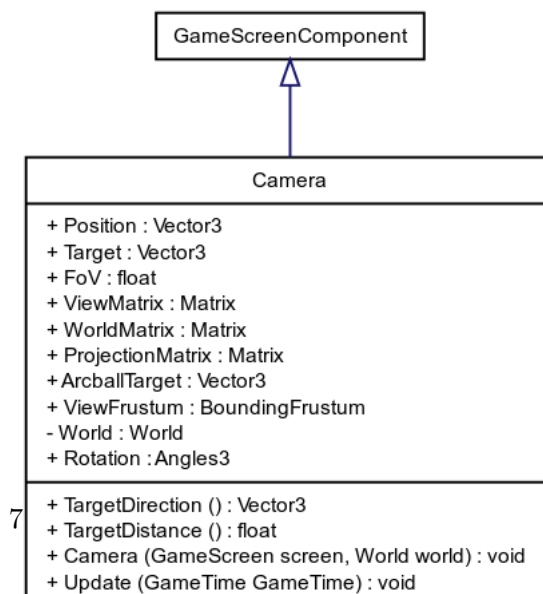
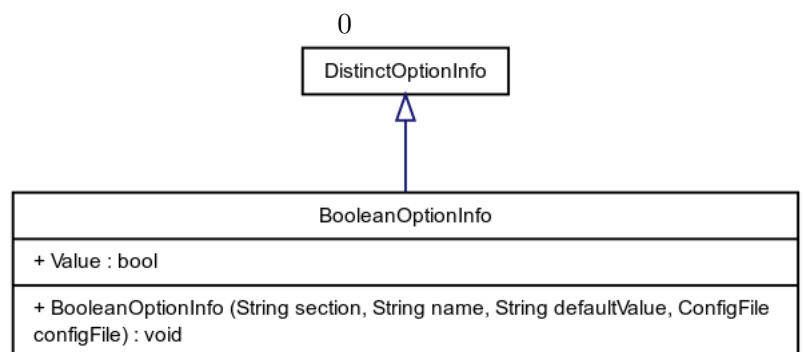
public BooleanOptionInfo (**String** section, **String** name, **String** defaultValue, **ConfigFile** configFile)

Erstellt eine neue Option, welche die Werte „Wahr“ oder „Falsch“ annehmen kann. Mit dem angegebenen Namen, in dem angegebenen Abschnitt der angegebenen Einstellungsdatei.

Klasse Camera

Beschreibung:

Jede Instanz der World-Klasse hält eine für diese Spielwelt verwendete Kamera als Attribut. Die Hauptfunktion der Kamera-Klasse ist das Berechnen der drei Matrizen, die für die Positionierung und Skalierung von 3D-Objekten in einer bestimmten Spielwelt benötigt werden, der View-, World- und Projection-Matrix. Um



diese Matrizen zu berechnen, benötigt die Kamera unter Anderem Informationen über die aktuelle Kamera-Position, das aktuelle Kamera-Ziel und das Field of View.

Eigenschaften:

public Vector3 Position

Die Position der Kamera.

public Vector3 Target

Das Ziel der Kamera.

public float FoV

Das Sichtfeld.

public Matrix ViewMatrix

Die View-Matrix wird über die statische Methode CreateLookAt der Klasse Matrix des XNA-Frameworks mit Matrix.CreateLookAt (Position, Target, Vector3.Up) berechnet.

public Matrix WorldMatrix

Die World-Matrix wird mit Matrix.CreateFromYawPitchRoll und den drei Rotationswinkeln berechnet.

public Matrix ProjectionMatrix

Die Projektionsmatrix wird über die statische XNA-Methode Matrix.CreatePerspectiveFieldOfView berechnet.

public Vector3 ArcballTarget

Eine Position, um die rotiert werden soll, wenn der User die rechte Maustaste gedrückt hält und die Maus bewegt.

public BoundingBox ViewFrustum

Berechnet ein Bounding-Frustum, das benötigt wird, um festzustellen, ob ein 3D-Objekt sich im Blickfeld des Spielers befindet.

private World World

Eine Referenz auf die Spielwelt, für welche die Kamera zuständig ist.

public **Angles3** Rotation

Die Rotationswinkel.

Konstruktoren:

public Camera (**GameScreen** screen, **World** world)

Erstellt eine neue Kamera in einem bestimmten GameScreen für eine bestimmte Spielwelt.

Methoden:

public **Vector3** TargetDirection ()

Die Blickrichtung.

public **float** TargetDistance ()

Der Abstand zwischen der Kamera und dem Kamera-Ziel.

public **void** Update (**GameTime** gameTime)

Wird für jeden Frame aufgerufen.

public **Ray** GetMouseRay (**Vector2** mousePosition)

Berechnet einen Strahl für die angegebene 2D-Mausposition.

Klasse ConfigFile

Beschreibung:

Repräsentiert eine Einstellungsdatei.

Methoden:

public **void** SetOption (**String** section, **String** option, **String** value)

Setzt den Wert der Option mit dem angegebenen Namen in den angegebenen Abschnitt auf den angegebenen Wert.

0
ConfigFile
+ SetOption (String section, String option, String value) : void + GetOption (String section, String option, Boolean defaultValue) : Boolean + GetOption (String section, String option, String defaultValue) : String + SetOption (String section, String option, Boolean _value) : void

```
public Boolean GetOption (String section, String option, Boolean defaultVa-
lue)
```

Gibt den aktuell in der Datei vorhandenen Wert für die angegebene Option in dem angegebenen Abschnitt zurück.

```
public String GetOption (String section, String option, String defaultValue)
```

Gibt den aktuell in der Datei vorhandenen Wert für die angegebene Option in dem angegebenen Abschnitt zurück.

```
public void SetOption (String section, String option, Boolean value)
```

Setzt den Wert der Option mit dem angegebenen Namen in den angegebenen Abschnitt auf den angegebenen Wert.

Klasse DistinctOptionInfo

Beschreibung:

Diese Klasse repräsentiert eine Option, die eine distinkte Werteliste annehmen kann.

Eigenschaften:

```
public HashSet<string>
ValidValues
```

Eine Menge von Texten, welche die für die Option gültigen Werte beschreiben.

```
public String Value
```

Ein Property, das den aktuell abgespeicherten Wert zurück gibt.

Konstruktoren:

```
public DistinctOptionInfo (String section, String name, String defaultValue,
IEnumerable<string> validValues, ConfigFile configFile)
```

Erstellt eine neue Option, die einen der angegebenen gültigen Werte annehmen kann, mit dem angegebenen Namen in dem angegebenen Abschnitt der angegebenen Einstellungsdatei.

Klasse DrawableGameScreenComponent



Beschreibung:

Eine zeichenbare Spielkomponente, die in einem angegebenen Spielzustand verwendet wird und eine bestimmte Priorität hat.

Eigenschaften:

public
meScreen
Screen

Der zugewiesene Spielzustand.

public **DisplayLayer** Index

Die Zeichen- und Eingabepriorität.

Konstruktoren:

public DrawableGameScreenComponent (**GameScreen** screen, **DisplayLayer** index)

Erzeugt eine neue Instanz eines DrawableGameScreenComponent-Objekts und ordnet dieser ein GameScreen-Objekt zu. *index* bezeichnet die Zeichenebene, auf welche die Komponente zu zeichnen ist.

Methoden:

public **IEnumerable** SubComponents (**GameTime** gameTime)

Gibt Spielkomponenten zurück, die in dieser Spielkomponente enthalten sind.

Klasse FileUtility

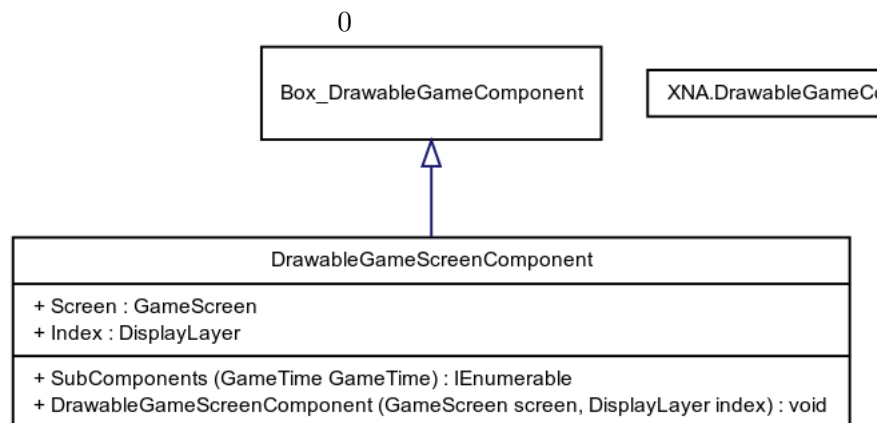
Beschreibung:

Eine Hilfsklasse für Dateioperationen.

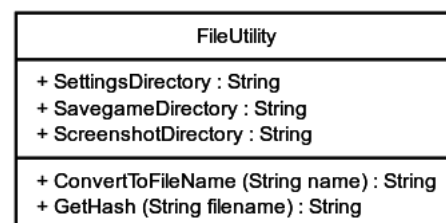
Eigenschaften:

public **String** SettingsDirectory

Ga-



0



Das Einstellungsverzeichnis.

public String SavegameDirectory

Das Spielstandverzeichnis.

public String ScreenshotDirectory

Das Bildschirmfotoverzeichnis.

Methoden:

public String ConvertToFileName (**String** name)

Konvertiert einen Namen eines Knotens oder einer Challenge in einen gültigen Dateinamen durch Weglassen ungültiger Zeichen.

public String GetHash (**String** filename)

Liefert einen Hash-Wert zu der durch *filename* spezifizierten Datei.

Klasse GameScreen

Beschreibung:

Ein Spielzustand, der zu einem angegebenen Spiel gehört und einen Inpuhandler und Rendereffekte enthält.

Eigenschaften:

public **Knot3Game** Ga-
me

Das Spiel, zu dem der Spielzustand gehört.

public Input Input

Der Inpuhandler des Spielzustands.

public RenderEffect PostProcessingEffect

Der aktuelle Postprocessing-Effekt des Spielzustands

public RenderEffectStack CurrentRenderEffects

0

GameScreen
+ Game : Knot3Game + Input : Input + PostProcessingEffect : RenderEffect + CurrentRenderEffects : RenderEffectStack
+ Entered (GameScreen previousScreen, GameTime time) : void + BeforeExit (GameScreen nextScreen, GameTime time) : void + Update (GameTime time) : void + GameScreen (Knot3Game game) : void + AddGameComponents (IGameScreenComponent[] components) : void + RemoveGameComponents (IGameScreenComponent[] components) : void

Ein Stack, der während dem Aufruf der Draw-Methoden der Spielkomponenten die jeweils aktuellen Rendereffekte enthält.

Konstruktoen:

public **GameScreen** (**Knot3Game** game)

Erzeugt ein neues GameScreen-Objekt und initialisiert dieses mit einem Knot3Game-Objekt.

Methoden:

public void **Entered** (**GameScreen** previousScreen, **GameTime** time)

Beginnt mit dem Füllen der Spielkomponentenliste des XNA-Frameworks und fügt sowohl für Tastatur- als auch für Mauseingaben einen Inputhandler für Widgets hinzu. Wird in Unterklassen von GameScreen reimplementiert und fügt zusätzlich weitere Spielkomponenten hinzu.

public void **BeforeExit** (**GameScreen** nextScreen, **GameTime** time)

Leert die Spielkomponentenliste des XNA-Frameworks.

public void **Update** (**GameTime** time)

Wird für jeden Frame aufgerufen.

public void **AddGameComponents** (**IGameScreenComponent**[] components)

Fügt die angegebenen GameComponents in die Components-Liste des Games ein.

public void **RemoveGameComponents** (**IGameScreenComponent**[] components)

Entfernt die angegebenen GameComponents aus der Components-Liste des Games.

Klasse GameScreenComponent

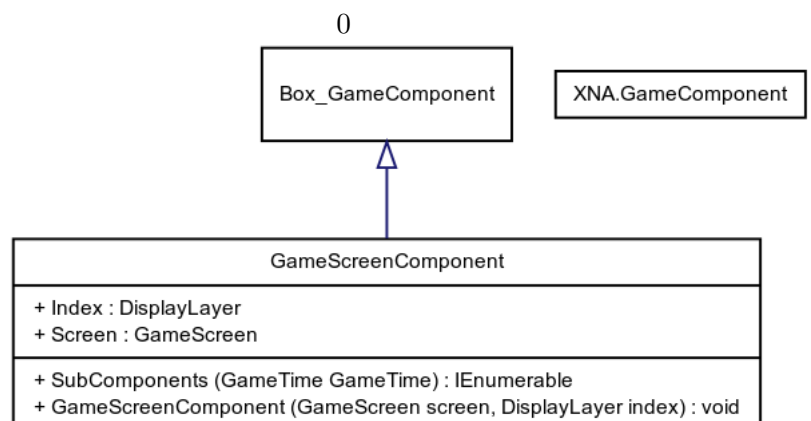
Beschreibung:

Eine Spielkomponente, die in einem GameScreen verwendet wird und eine bestimmte Priorität hat.

Eigenschaften:

public
playLayer
dex

Dis-
In-



Die Zeichen- und Eingabepriorität.

public **GameScreen** Screen

Der zugewiesene Spielzustand.

Konstruktoren:

public **GameScreenComponent** (**GameScreen** screen, **DisplayLayer** index)

Erzeugt eine neue Instanz eines **GameScreenComponent**-Objekts und initialisiert diese mit dem zugehörigen **GameScreen** und der zugehörigen Zeichenreihenfolge. Diese Spielkomponente kann nur in dem zugehörigen **GameScreen** verwendet werden.

Methoden:

public **IEnumerable** SubComponents (**GameTime** gameTime)

Gibt Spielkomponenten zurück, die in dieser Spielkomponente enthalten sind.

Klasse Input

Beschreibung:

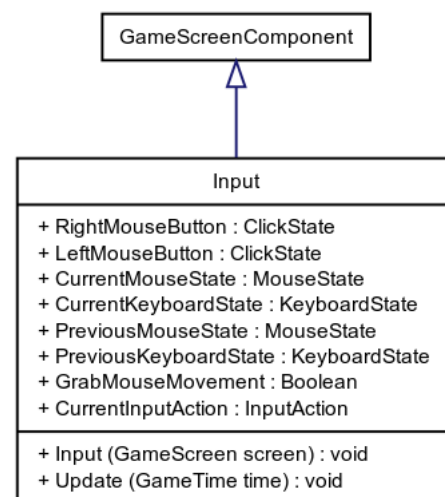
Stellt für jeden Frame die Maus- und Tastatureingaben bereit. Daraus werden die nicht von XNA bereitgestellten Mauseingaben berechnet. Zusätzlich wird die aktuelle Eingabeaktion berechnet.

Eigenschaften:

public
State
MouseBut-
ton

Click-
Right-

0



Enthält den Klickzustand der rechten Maustaste.

public **ClickState** LeftMouseButton

Enthält den Klickzustand der linken Maustaste.

public **MouseState** CurrentMouseState

Enthält den Mauszustand von XNA zum aktuellen Frames.

public **KeyboardState** CurrentKeyboardState

Enthält den Tastaturzustand von XNA zum aktuellen Frames.

public **MouseState** PreviousMouseState

Enthält den Mauszustand von XNA zum vorherigen Frames.

public **KeyboardState** PreviousKeyboardState

Enthält den Tastaturzustand von XNA zum vorherigen Frames.

public **Boolean** GrabMouseMovement

Gibt an, ob die Mausbewegung für Kameradrehungen verwendet werden soll.

public **InputAction** CurrentInputAction

Gibt die aktuelle Eingabeaktion an, die von den verschiedenen Inputhandlern genutzt werden können.

Konstrukturen:

public **Input** (**GameScreen** screen)

Erstellt ein neues Input-Objekt, das an den übergebenen Spielzustand gebunden ist.

Methoden:

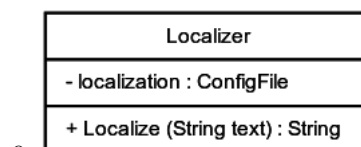
public **void** Update (**GameTime** time)

Wird für jeden Frame aufgerufen.

Klasse Localizer

Beschreibung:

Eine statische Klasse, die Bezeichner in lokalisierten Text umsetzen kann.



0

Eigenschaften:

private **ConfigFile** localization

Die Datei, welche Informationen für die Lokalisierung enthält.

Methoden:

public String Localize (String text)

Liefert zu dem übergebenen Bezeichner den zugehörigen Text aus der Lokalisierungsdatei der aktuellen Sprache zurück, die dabei aus der Einstellungsdatei des Spiels gelesen wird.

Klasse MousePointer

Beschreibung:

Repräsentiert einen Mauszeiger.

Konstruktoren:

**public
Pointer
meScreen
screen)**

**Mouse-
(Ga-**

0



Erstellt einen neuen Mauszeiger für den angegebenen Spielzustand.

Methoden:

public void Draw (GameTime time)

Zeichnet den Mauszeiger.

Klasse OptionInfo

Beschreibung:

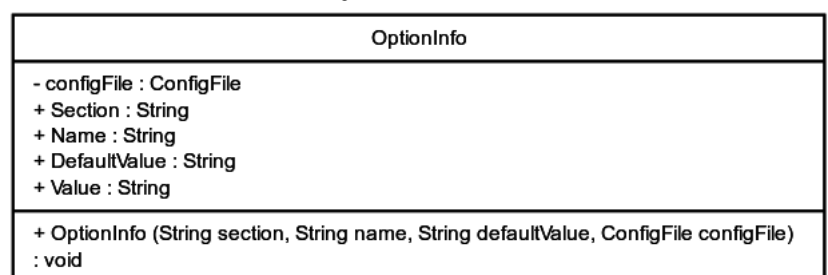
Enthält Informationen über einen Eintrag in einer Einstellungsdatei.

Eigenschaften:

**private
File
le**

**Config-
configFi-**

0



Die Einstellungsdatei.

public String Section

Der Abschnitt der Einstellungsdatei.

public String Name

Der Name der Option.

public String DefaultValue

Der Standardwert der Option.

public String Value

Der Wert der Option.

Konstruktoren:

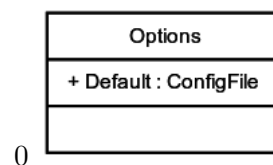
public OptionInfo (String section, String name, String defaultValue, ConfigFile configFile)

Erstellt ein neues OptionsInfo-Objekt aus den übergebenen Werten.

Klasse Options

Beschreibung:

Eine statische Klasse, die eine Referenz auf die zentrale Einstellungsdatei des Spiels enthält.



Eigenschaften:

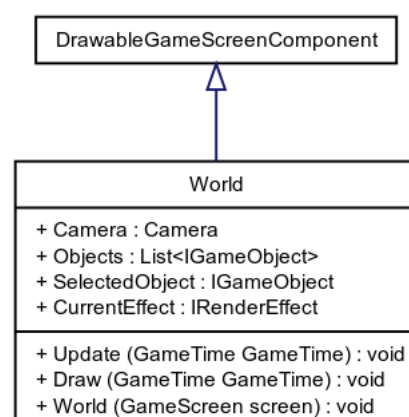
public ConfigFile Default

Die zentrale Einstellungsdatei des Spiels.

Klasse World

Beschreibung:

Repräsentiert eine Spielwelt, in der sich 3D-Modelle befinden und gezeichnet werden können.



Eigenschaften:

public Camera Camera

Die Kamera dieser Spielwelt.

public List<IGameObject> Objects

Die Liste von Spielobjekten.

public IGameObject SelectedObject

Das aktuell ausgewählte Spielobjekt.

public IRenderEffect CurrentEffect

Der aktuell angewendete Rendereffekt.

Konstruktoren:

public World (GameScreen screen)

Erstellt eine neue Spielwelt im angegebenen Spielzustand.

Methoden:

public void Update (GameTime gameTime)

Ruft auf allen Spielobjekten die Update()-Methode auf.

public void Draw (GameTime gameTime)

Ruft auf allen Spielobjekten die Draw()-Methode auf.

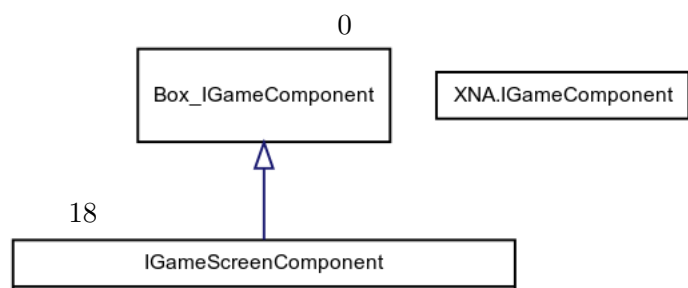
public IEnumerator GetEnumerator ()

Liefert einen Enumerator über die Spielobjekte dieser Spielwelt.

3.1.2. Schnittstellen

Schnittstelle IGameScreenComponent

Beschreibung:



Eine Schnittstelle für eine Spielkomponente, die in einem angegebenen Spielzustand verwendet wird und eine bestimmte Priorität hat.

Eigenschaften:

public **DisplayLayer** **Index**

Die Zeichen- und Eingabepriorität.

public **GameScreen** **Screen**

Der zugewiesene Spielzustand.

Methoden:

public **IEnumerable** **SubComponents** (**GameTime** time)

Gibt Spielkomponenten zurück, die in dieser Spielkomponente enthalten sind.

Schnittstelle IKeyEventListener

Beschreibung:

Eine Schnittstelle, die von Klassen implementiert wird, welche auf Tastatureingaben reagieren.



Eigenschaften:

public **DisplayLayer** **Index**

Die Eingabepriorität.

public **Boolean** **IsKeyEventEnabled**

Zeigt an, ob die Klasse zur Zeit auf Tastatureingaben reagiert.

public **List<Keys>** **ValidKeys**

Die Tasten, auf die die Klasse reagiert.

Methoden:

public void OnKeyEvent ()

Die Reaktion auf eine Tasteneingabe.

Schnittstelle IMouseEventListener

Beschreibung:

Eine Schnittstelle, die von Klassen implementiert wird, die auf Maus-Klicks reagieren.

Eigenschaften:

0

IMouseEventListener
+ Index : DisplayLayer + IsMouseEventEnabled : Boolean
+ Bounds () : Rectangle + OnLeftClick (Vector2 position, ClickState state, GameTime time) : void + OnRightClick (Vector2 position, ClickState state, GameTime time) : void

public DisplayLayer Index

Die Eingabepriorität.

public Boolean IsMouseEventEnabled

Ob die Klasse zur Zeit auf Mausklicks reagiert.

Methoden:

public Rectangle Bounds ()

Die Ausmaße des von der Klasse repräsentierten Objektes.

public void OnLeftClick (**Vector2** position, **ClickState** state, **GameTime** time)

Die Reaktion auf einen Linksklick.

public void OnRightClick (**Vector2** position, **ClickState** state, **GameTime** time)

Die Reaktion auf einen Rechtsklick.

3.1.3. Enumerationen

Enumeration ClickState

Beschreibung:

Eine Wertesammlung der möglichen Klickzustände einer Maustaste.

Eigenschaften:

None = 0

Wenn der Klickzustand nicht zugeordnet werden konnte. undefiniert.

SingleClick = 1

Ein Einzelklick.

DoubleClick = 2

Ein Doppelklick.

Enumeration DisplayLayer

Beschreibung:

Die Zeichenreihenfolge der Elemente der grafischen Benutzeroberfläche.

Eigenschaften:

None = 0

Steht für die hinterste Ebene bei der Zeichenreihenfolge.

Background = 10

Steht für eine Ebene hinter der Spielwelt, z.B. um Hintergrundbilder darzustellen.

GameWorld = 20

Steht für die Ebene in der die Spielwelt dargestellt wird.

Dialog = 30

Steht für die Ebene in der die Dialoge dargestellt werden. Dialoge werden vor der Spielwelt gezeichnet, damit der Spieler damit interagieren kann.

Menu = 40

Steht für die Ebene in der Menüs gezeichnet werden. Menüs werden innerhalb von Dialogen angezeigt, müssen also davor gezeichnet werden, damit sie nicht vom Hintergrund des Dialogs verdeckt werden.

MenuItem = 50

Steht für die Ebene in der Menüeinträge gezeichnet werden. Menüeinträge werden vor Menüs gezeichnet.

SubMenu = 60

Steht für die Ebene in der Submenüs gezeichnet werden. Submenüs befinden sich in einer Ebene vor Menüeinträgen.

SubMenuItem = 70

Steht für die Ebene in der Submenüeinträge gezeichnet werden. Submenüeinträge befinden sich in einer Ebene vor Submenüs.

Overlay = 80

Zum Anzeigen zusätzlicher Informationen bei der (Weiter-)Entwicklung oder beim Testen (z.B. ein FPS-Counter).

Cursor = 90

Die Maus ist das Hauptinteraktionswerkzeug, welches der Spieler ständig verwendet. Daher muss die Maus bei der Interaktion immer im Vordergrund sein. Cursor steht für die vorderste Ebene.

Enumeration InputAction

Beschreibung:

Eigenschaften:

None = 0

CameraTargetMove

ArcballMove

FreeMouse

FirstPersonCameraMove

SelectedObjectMove

SelectedObjectShadowMove

3.2. Package GameObjects

3.2.1. Klassen

Klasse ArrowModel

Beschreibung:

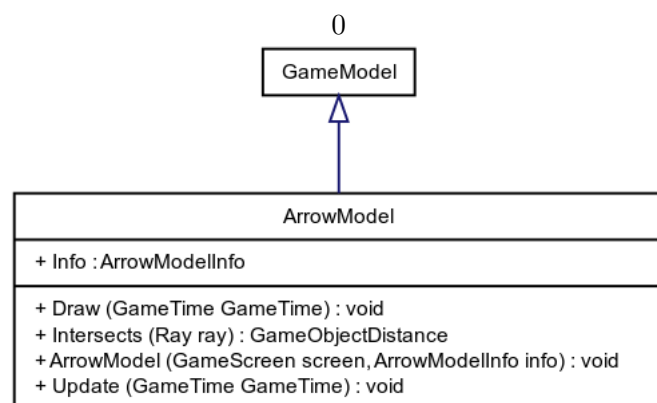
Diese Klasse ArrowModel repräsentiert ein 3D-Modell für einen Pfeil, zum Einblenden an selektierten Kanten (s. Edge).

Eigenschaften:

```
public  
rowMode-  
llInfo  
fo
```

Ar-

In-



Das Info-Objekt, das die Position und Richtung des ArrowModel's enthält.

Konstruktoren:

```
public ArrowModel (GameScreen screen, ArrowModelInfo info)
```

Erstellt ein neues Pfeilmodell in dem angegebenen GameScreen mit einem bestimmten Info-Objekt, das Position und Richtung des Pfeils festlegt.

Methoden:

public void Draw (GameTime gameTime)

Zeichnet den Pfeil.

public GameObjectDistance Intersects (Ray ray)

Überprüft, ob der Mausstrahl den Pfeil schneidet.

public void Update (GameTime gameTime)

Wird für jeden Frame aufgerufen.

Klasse ArrowModelInfo

Beschreibung:

Ein Objekt der Klasse ArrowModelInfo hält alle Informationen, die zur Erstellung eines Pfeil-3D-Modelles (s. ArrowModel) notwendig sind.

Eigenschaften:

public Vector3 Direction

Gibt die Richtung, in die der Pfeil zeigen soll an.

Konstruktoren:

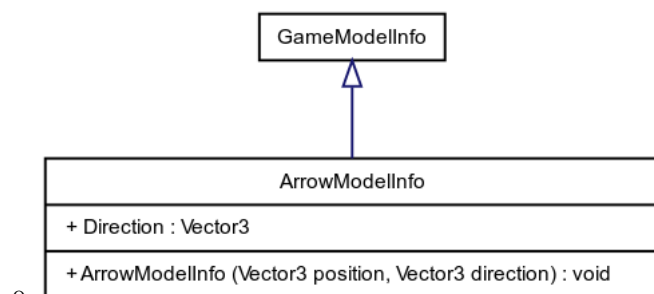
public ArrowModelInfo (Vector3 position, Vector3 direction)

Erstellt ein neues ArrowModelInfo-Objekt an einer bestimmten Position *position* im 3D-Raum. Dieses zeigt in eine durch *direction* bestimmte Richtung.

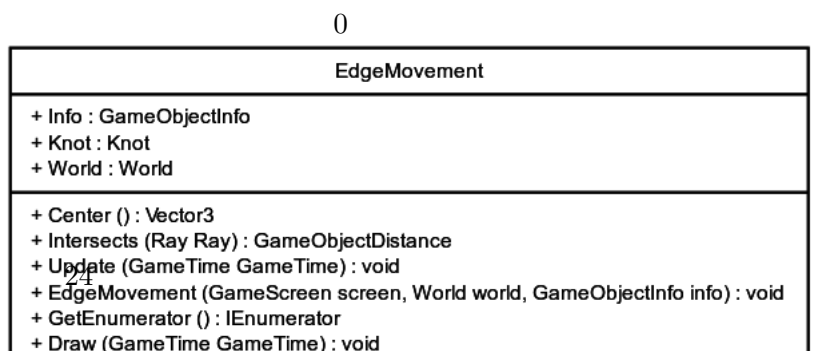
Klasse EdgeMovement

Beschreibung:

Ein Inputhandler, der für das Verschieben der Kanten zuständig ist.



0



0

Eigenschaften:

public **Ga-**
meObject-
Info **In-**
fo

Enthält Informationen über die Position des Knotens.

public **Knot** **Knot**

Der Knoten, dessen Kanten verschoben werden können.

public **World** **World**

Die Spielwelt, in der sich die 3D-Modelle der Kanten befinden.

Konstruktoren:

public **EdgeMovement** (**GameScreen** screen, **World** world, **GameObjectInfo** info)

!!!

Methoden:

public **Vector3** **Center** ()

Gibt den Ursprung des Knotens zurück.

public **GameObjectDistance** **Intersects** (**Ray** Ray)

Gibt immer „null“ zurück.

public **void** **Update** (**GameTime** gameTime)

Wird für jeden Frame aufgerufen.

public **IEnumerator** **GetEnumerator** ()

Gibt einen Enumerator über die während einer Verschiebeaktion dynamisch erstellten 3D-Modelle zurück.

public **void** **Draw** (**GameTime** gameTime)

Zeichnet die während einer Verschiebeaktion dynamisch erstellten 3D-Modelle.

Klasse GameModel

Beschreibung:

Repräsentiert ein 3D-Modell in einer Spielwelt.

Eigenschaften:

public **float** **Alpha**
pha

Die Transpa-
renz renz Modells. 0

GameModel
+ Alpha : float + BaseColor : Color + HighlightColor : Color + HighlightIntensity : float + Info : GameModelInfo + Model : XNA.Model + World : World + WorldMatrix : Matrix
+ Center () : Vector3 + Update (GameTime gameTime) : void + Draw (GameTime gameTime) : void + Intersects (Ray ray) : GameObjectDistance + GameModel (GameScreen screen, GameModelInfo info) : void

public **Color** BaseColor

Die Farbe des Modells.

public **Color** HighlightColor

Die Auswahlfarbe des Modells.

public **float** HighlightIntensity

Die Intensität der Auswahlfarbe.

public **GameModelInfo** Info

Die Modellinformationen wie Position, Skalierung und der Dateiname des 3D-Modells.

public **XNA.Model** Model

Die Klasse des XNA-Frameworks, die ein 3D-Modell repräsentiert.

public **World** World

Die Spielwelt, in der sich das 3D-Modell befindet.

public **Matrix** WorldMatrix

Die Weltmatrix des 3D-Modells in der angegebenen Spielwelt.

Konstruktoren:

public GameModel (GameScreen screen, GameModelInfo info)

Erstellt ein neues 3D-Modell in dem angegebenen Spielzustand mit den angegebenen Modellinformationen.

Methoden:

public Vector3 Center ()

Gibt die Mitte des 3D-Modells zurück.

public void Update (GameTime gameTime)

Wird für jeden Frame aufgerufen.

public void Draw (GameTime gameTime)

Zeichnet das 3D-Modell in der angegebenen Spielwelt mit dem aktuellen Rendereffekt der Spielwelt.

public GameObjectDistance Intersects (Ray ray)

Überprüft, ob der Mausstrahl das 3D-Modell schneidet.

Klasse GameModelInfo

Beschreibung:

Enthält Informationen über ein 3D-Modell wie den Dateinamen, die Rotation und die Skalierung.

Eigenschaften:

public String Modelname

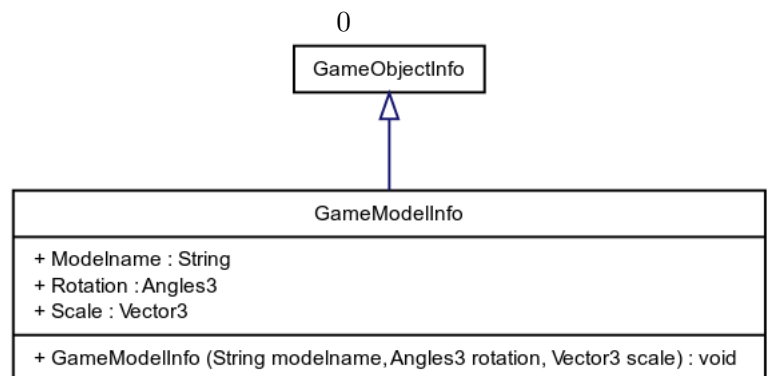
Der Dateiname des Modells.

public Angles3 Rotation

Die Rotation des Modells.

public Vector3 Scale

Die Skalierung des Modells.



Konstruktoren:

```
public GameModelInfo (String modelname, Angles3 rotation, Vector3 scale)
```

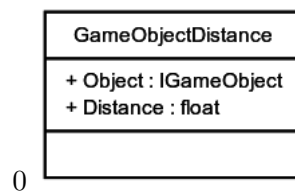
Erstellt ein neues Informations-Objekt eines 3D-Modells mit den angegebenen Informationen zu Dateiname, Rotation und Skalierung.

Klasse GameObjectDistance

Beschreibung:

!!!

Eigenschaften:



```
public IGameObject Object
```

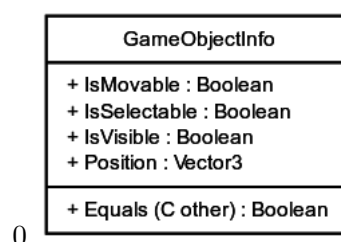
```
public float Distance
```

Klasse GameObjectInfo

Beschreibung:

Enthält Informationen über ein 3D-Objekt wie die Position, Sichtbarkeit, Verschiebbarkeit und Auswählbarkeit.

Eigenschaften:



```
public Boolean IsMovable
```

Die Verschiebbarkeit des Spielobjektes.

```
public Boolean IsSelectable
```

Die Auswählbarkeit des Spielobjektes.

```
public Boolean IsVisible
```

Die Sichtbarkeit des Spielobjektes.

public **Vector3** Position

Die Position des Spielobjektes.

Methoden:

public **Boolean** Equals (**C** other)

Vergleicht zwei Informationsobjekte für Spielobjekte.

Klasse KnotInputHandler

Beschreibung:

Verarbeitet die Maus- und Tastatureingaben des Spielers und modifiziert die Kamera-Position und das Kamera-Ziel.

Eigenschaften:

private
world

World 0

Die Spielwelt.

private **GameScreen** screen

Der Spielzustand.

Konstruktoren:

public KnotInputHandler (**GameScreen** screen, **World** world)

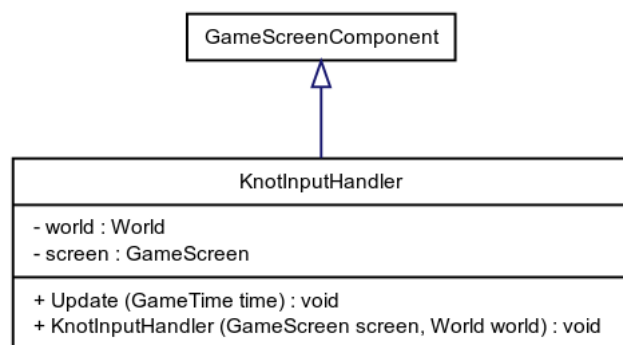
Erstellt einen neuen KnotInputHandler für den angegebenen Spielzustand und die angegebene Spielwelt.

Methoden:

public **void** Update (**GameTime** time)

Wird für jeden Frame aufgerufen.

Klasse KnotRenderer



Beschreibung:

Erstellt aus einem Knoten-Objekt die zu dem Knoten gehörenden 3D-Modelle sowie die 3D-Modelle der Pfeile, die nach einer Auswahl von Kanten durch den Spieler angezeigt werden. Ist außerdem ein IGameObject und ein Container für die erstellten Spielobjekte.

Eigenschaften:

public **GameObjectInfo**
Info

Game-
Info

Enthält Informationen über die Position des Knotens.

public **World** World

Die Spielwelt, in der die 3D-Modelle erstellt werden sollen.

private **List<ArrowModel>** arrows

Die Liste der 3D-Modelle der Pfeile, die nach einer Auswahl von Kanten durch den Spieler angezeigt werden.

private **List<NodeModel>** nodes

Die Liste der 3D-Modelle der Kantenübergänge.

private **List<PipeModel>** pipes

Die Liste der 3D-Modelle der Kanten.

public **Knot** Knot

Der Knoten, für den 3D-Modelle erstellt werden sollen.

private **ModelFactory** pipeFactory

Der Zwischenspeicher für die 3D-Modelle der Kanten. Hier wird das Fabrik-Entwurfsmuster verwendet.

private **ModelFactory** nodeFactory

0

KnotRenderer
+ Info : GameObjectInfo + World : World - arrows : List<ArrowModel> - nodes : List<NodeModel> - pipes : List<PipeModel> + Knot : Knot - pipeFactory : ModelFactory - nodeFactory : ModelFactory - arrowFactory : ModelFactory
+ Center () : Vector3 + Intersects (Ray Ray) : GameObjectDistance + OnEdgesChanged () : void + KnotRenderer (GameScreen screen, GameObjectInfo info) : void + Update (GameTime gameTime) : void + Draw (GameTime gameTime) : void + GetEnumerator () : IEnumerator

Der Zwischenspeicher für die 3D-Modelle der Kantenübergänge. Hier wird das Fabrik-Entwurfsmuster verwendet.

private ModelFactory arrowFactory

Der Zwischenspeicher für die 3D-Modelle der Pfeile. Hier wird das Fabrik-Entwurfsmuster verwendet.

Konstrukturen:

public KnotRenderer (GameScreen screen, GameObjectInfo info)

Erstellt ein neues KnotRenderer-Objekt für den angegebenen Spielzustand mit den angegebenen Spielobjekt-Informationen, die unter Anderem die Position des Knotenursprungs enthalten.

Methoden:

public Vector3 Center ()

Gibt den Ursprung des Knotens zurück.

public GameObjectDistance Intersects (Ray Ray)

Gibt immer „null“ zurück.

public void OnEdgesChanged ()

Wird mit dem EdgesChanged-Event des Knotens verknüpft.

public void Update (GameTime gameTime)

Ruft die Update()-Methoden der Kanten, Übergänge und Pfeile auf.

public void Draw (GameTime gameTime)

Ruft die Draw()-Methoden der Kanten, Übergänge und Pfeile auf.

public IEnumerator GetEnumerator ()

Gibt einen Enumerator der aktuell vorhandenen 3D-Modelle zurück.

Klasse ModelFactory

Beschreibung:

Ein Zwischenspeicher für 3D-Modelle.

0

ModelFactory
- cache : Dictionary<GameModelInfo, GameModel> - createModel : Func<GameScreen, GameModelInfo, GameModel>
+ this (GameScreen state, GameModelInfo info) : GameModel + ModelFactory (GameModelInfo, GameModel>, Func<GameScreen createModel) : void

Eigenschaften:

```
private Dictionary<GameModelInfo,  
GameModel> cache
```

Die Zuordnung zwischen den Modellinformationen zu den 3D-Modellen.

```
private Func<GameScreen, GameModelInfo, GameModel> createModel
```

Ein Delegate, das beim Erstellen eines Zwischenspeichers zugewiesen wird und aus den angegebenen Modellinformationen und dem angegebenen Spielzustand ein 3D-Modell erstellt.

Konstruktoren:

```
public ModelFactory (GameModelInfo, GameModel>, Func<GameScreen create-  
Model)
```

Erstellt einen neuen Zwischenspeicher.

Methoden:

```
public GameModel this (GameScreen state, GameModelInfo info)
```

Falls das 3D-Modell zwischengespeichert ist, wird es zurückgegeben, sonst mit createModel() erstellt.

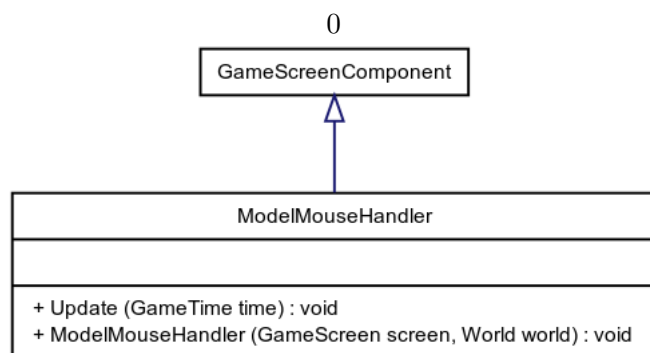
Klasse ModelMouseHandler

Beschreibung:

Ein Inputhandler, der Mauseingaben auf 3D-Modellen verarbeitet.

Konstruktoren:

```
public ModelMouseHandler (GameScreen screen, World world)
```



Erzeugt eine neue Instanz eines ModelMouseHandler-Objekts und ordnet dieser ein GameScreen-Objekt *screen* zu, sowie eine Spielwelt *world*.

Methoden:

```
public void Update (GameTime time)
```


Wird für jeden Frame aufgerufen.

Klasse NodeModel

Beschreibung:

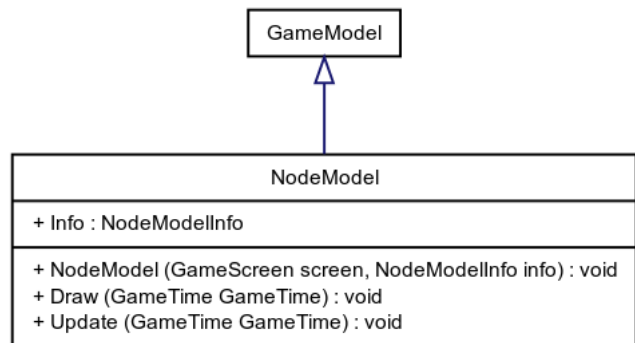
Ein 3D-Modell, das einen Kantenübergang darstellt.

Eigenschaften:

public
deModel-
Info
fo

No-
In-
fo

0



Enthält Informationen über den darzustellende 3D-Modell des Kantenübergangs.

Konstruktoren:

public **NodeModel** (**GameScreen** screen, **NodeModelInfo** info)

Erstellt ein neues 3D-Modell mit dem angegebenen Spielzustand und dem angegebenen Informationsobjekt.

Methoden:

public void **Draw** (**GameTime** gameTime)

Zeichnet das 3D-Modell mit dem aktuellen Rendereffekt.

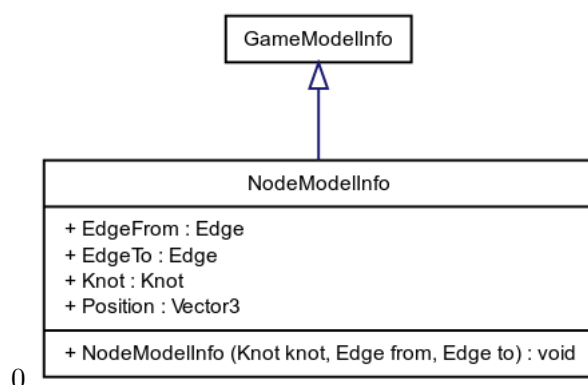
public void **Update** (**GameTime** gameTime)

Wird für jeden Frame aufgerufen.

Klasse NodeModelInfo

Beschreibung:

Enthält Informationen über ein 3D-Modell, das einen Kantenübergang darstellt.



0

Eigenschaften:

public **Edge** **from**

Die Kante vor dem Übergang.

public **Edge** **EdgeTo**

Die Kante nach dem Übergang.

public **Knot** **Knot**

Der Knoten, der die Kanten enthält.

public **Vector3** **Position**

Die Position des Übergangs.

Konstruktoren:

public **NodeModelInfo** (**Knot** knot, **Edge** from, **Edge** to)

Erstellt ein neues Informationsobjekt für ein 3D-Modell, das einen Kantenübergang darstellt.

Klasse PipeModel

Beschreibung:

Ein 3D-Modell, das eine Kante darstellt.

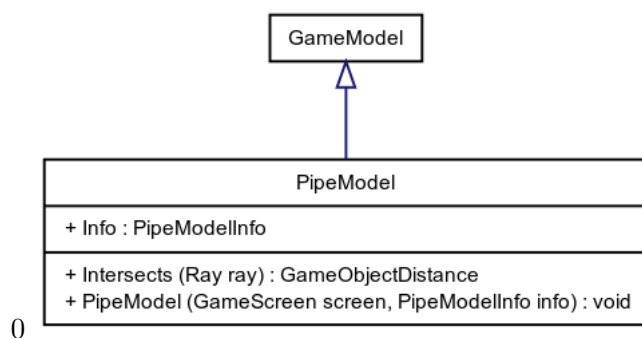
Eigenschaften:

public **PipeModelInfo**

Enthält Informationen über die darzustellende Kante.

Konstruktoren:

public **PipeModel** (**GameScreen** screen, **PipeModelInfo** info)



Erstellt ein neues 3D-Modell mit dem angegebenen Spielzustand und den angegebenen Spielinformationen.

Methoden:

public GameObjectDistance Intersects (Ray ray)

Prüft, ob der angegebene Mausstrahl das 3D-Modell schneidet.

Klasse PipeModelInfo

Beschreibung:

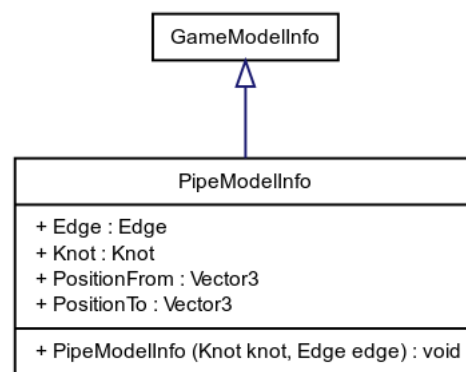
Enthält Informationen über ein 3D-Modell, das eine Kante darstellt.

Eigenschaften:

public
ge
ge

Ed-
Ed-

0



Die Kante, die durch das 3D-Modell dargestellt wird.

public Knot Knot

Der Knoten, der die Kante enthält.

public Vector3 PositionFrom

Die Position, an der die Kante beginnt.

public Vector3 PositionTo

Die Position, an der die Kante endet.

Konstruktoren:

public PipeModelInfo (Knot knot, Edge edge)

Erstellt ein neues Informationsobjekt für ein 3D-Modell, das eine Kante darstellt.

Klasse ShadowGameModel

Beschreibung:

Die 3D-Modelle, die während einer Verschiebung von Kanten die Vorschaumodelle repräsentieren.

Eigenschaften:

public **Color** **ShadowColor**

Die Farbe der Vorschaumodelle.

public **float** **ShadowAlpha**

Die Transparenz der Vorschaumodelle.

Konstruktoren:

public **ShadowGameModel** (**GameScreen** screen, **GameModel** decoratedModel)

Erstellt ein neues Vorschaumodell in dem angegebenen Spielzustand für das angegebene zu dekorierende Modell.

Methoden:

public **void** **Draw** (**GameTime** gameTime)

Zeichnet das Vorschaumodell.

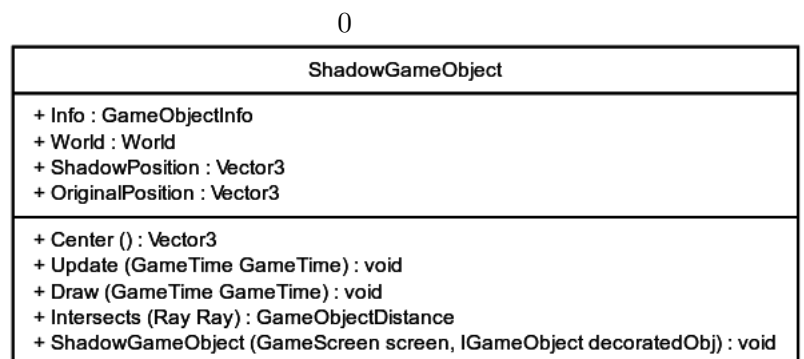
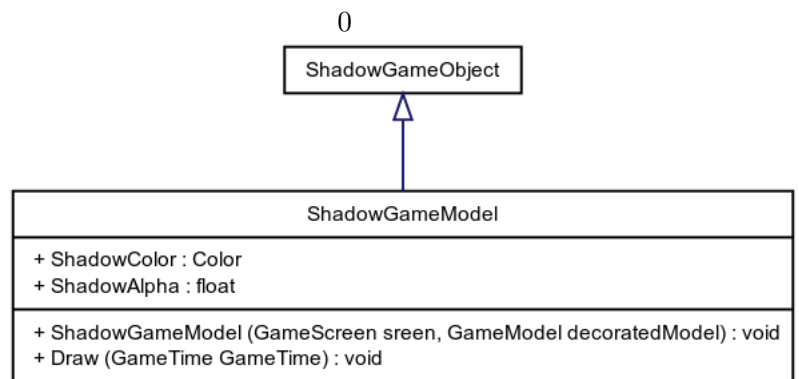
Klasse ShadowGameObject

Beschreibung:

Eine abstrakte Klasse, die ein Vorschau-Spielobjekt darstellt.

Eigenschaften:

public **GameObjectInfo** **GameObjectInfo**



Enthält Informationen über das Vorschau-Spielobjekt.

public World World

Eine Referenz auf die Spielwelt, in der sich das Spielobjekt befindet.

public Vector3 ShadowPosition

Die Position, an der das Vorschau-Spielobjekt gezeichnet werden soll.

public Vector3 OriginalPosition

Die Position, an der sich das zu dekorierende Objekt befindet.

Konstruktoren:

public ShadowGameObject (GameScreen screen, IGameObject decoratedObj)

Erstellt ein neues Vorschauobjekt in dem angegebenen Spielzustand für das angegebene zu dekorierende Objekt.

Methoden:

public Vector3 Center ()

Die Position, an der das Vorschau-Spielobjekt gezeichnet werden soll.

public void Update (GameTime gameTime)

Wird für jeden Frame aufgerufen.

public void Draw (GameTime gameTime)

Zeichnet das Vorschau-Spielobjekt.

public GameObjectDistance Intersects (Ray ray)

Prüft, ob der angegebene Mausstrahl das Vorschau-Spielobjekt schneidet.

3.2.2. Schnittstellen

Schnittstelle IGameObject

Beschreibung:

Diese Schnittstelle repräsentiert ein Spielobjekt und enthält eine Referenz auf die Spielwelt, in der sich dieses

IGameObject
+ Info : GameObjectInfo + World : World
+ Center () : Vector3 + Update (GameTime time) : void + Draw (GameTime time) : void + Intersects (Ray ray) : GameObjectDistance

Game befindet, sowie Informationen zu dem Game.

Eigenschaften:

public GameObjectInfo Info

Informationen über das Spielobjekt, wie z.B. die Position.

public World World

Eine Referenz auf die Spielwelt, in der sich das Spielobjekt befindet.

Methoden:

public Vector3 Center ()

Die Mitte des Spielobjektes im 3D-Raum.

public void Update (GameTime time)

Wird für jeden Frame aufgerufen.

public void Draw (GameTime time)

Zeichnet das Spielobjekt.

public GameObjectDistance Intersects (Ray ray)

Überprüft, ob der Mausstrahl das Spielobjekt schneidet.

Schnittstelle IJunction

Beschreibung:

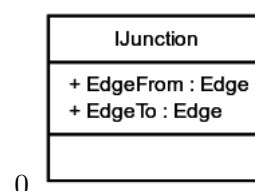
Repräsentiert einen Übergang zwischen zwei Kanten.

Eigenschaften:

public Edge EdgeFrom

Die Kante vor dem Übergang.

public Edge EdgeTo



Die Kante nach dem Übergang.

3.2.3. Enumerationen

3.3. Package Screens

3.3.1. Klassen

Klasse AudioSettingsScreen

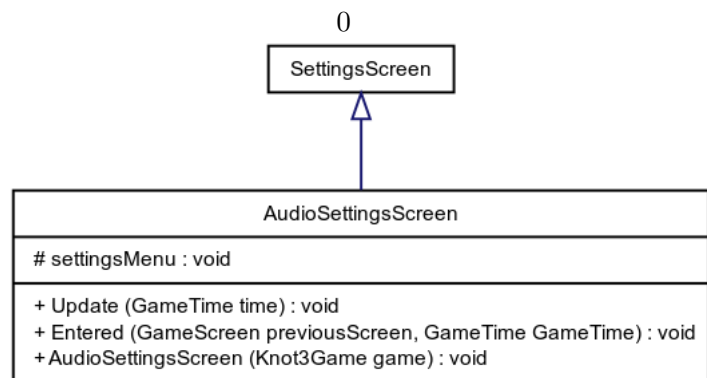
Beschreibung:

Die Klasse AudioSettingsScreen steht für den Spielzustand, der die Audio-Einstellungen repräsentiert.

Eigenschaften:

`private`
`calMenu`
`tingsMe-`
`nu`

Verti-
set-



Das Menü, das die Einstellungen enthält.

Konstruktoren:

`public` AudioSettingsScreen (`Knot3Game` game)

Erzeugt ein neues AudioSettingsScreen-Objekt und initialisiert dieses mit einem Knot3Game-Objekt.

Methoden:

`public void` Update (`GameTime` time)

Wird für jeden Frame aufgerufen.

`public void` Entered (`GameScreen` previousScreen, `GameTime` gameTime)

Fügt das Menü mit den Einstellungen in die Spielkomponentenliste ein.

Klasse ChallengeLoadScreen

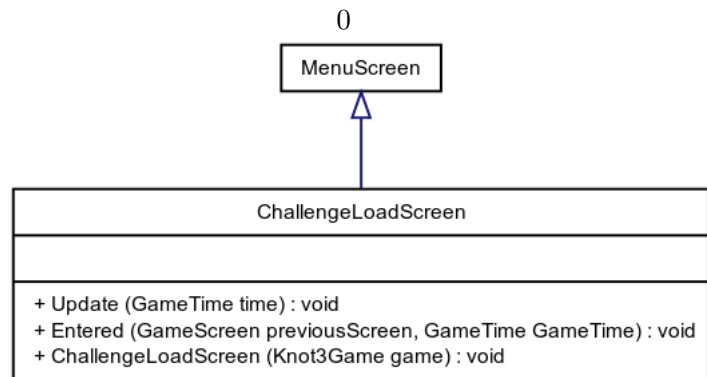
Beschreibung:

Der Spielzustand, der den Ladebildschirm für Challenges darstellt.

Konstruktoren:

```
public  
ChallengeLoadScreen  
(Knot3Game  
game)
```

Chal-
game



Erstellt eine neue Instanz eines ChallengeLoadScreen-Objekts und initialisiert diese mit einem Knot3Game-Objekt.

Methoden:

```
public void Update (GameTime time)
```

Wird für jeden Frame aufgerufen.

```
public void Entered (GameScreen previousScreen, GameTime gameTime)
```

Fügt das Menü mit den Spielständen in die Spielkomponentenliste ein.

Klasse ChallengeModeScreen

Beschreibung:

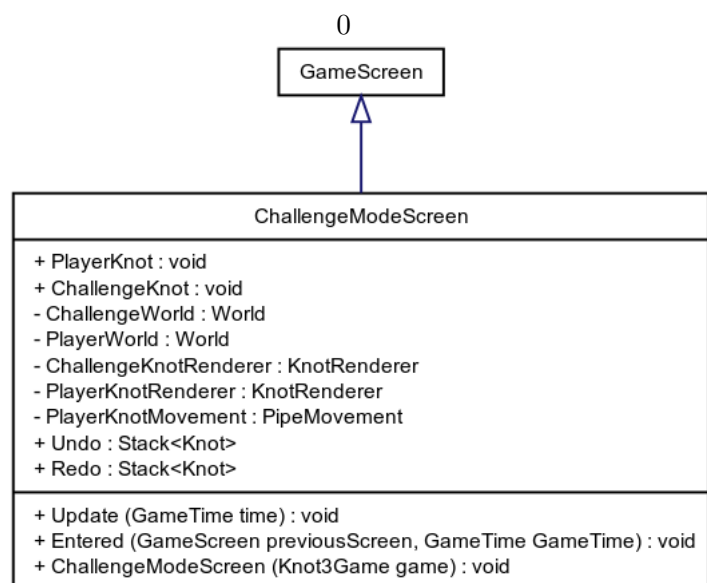
Der Spielzustand, der während dem Spielen einer Challenge aktiv ist und für den Ausgangs- und Referenzknoten je eine 3D-Welt zeichnet.

Eigenschaften:

```
public  
id  
Knot
```

vo-
Player-

Der Spielerknoten, der durch die Transformation des Spielers aus dem Ausgangsknoten entsteht.



public void ChallengeKnot

Der Referenzknoten.

private World ChallengeWorld

Die Spielwelt in der die 3D-Modelle des dargestellten Referenzknotens enthalten sind.

private World PlayerWorld

Die Spielwelt in der die 3D-Modelle des dargestellten Spielerknotens enthalten sind.

private KnotRenderer ChallengeKnotRenderer

Der Controller, der aus dem Referenzknoten die 3D-Modelle erstellt.

private KnotRenderer PlayerKnotRenderer

Der Controller, der aus dem Spielerknoten die 3D-Modelle erstellt.

private EdgeMovement PlayerKnotMovement

Der Inputhandler, der die Kantenverschiebungen des Spielerknotens durchführt.

public Stack<Knot> Undo

Der Undo-Stack.

public Stack<Knot> Redo

Der Redo-Stack.

Konstruktoren:

public ChallengeModeScreen (Knot3Game game)

Erstellt eine neue Instanz eines ChallengeModeScreen-Objekts und initialisiert diese mit einem Knot3Game-Objekt.

Methoden:

public void Update (GameTime time)

Wird für jeden Frame aufgerufen.

public void Entered (GameScreen previousScreen, GameTime gameTime)

Fügt die 3D-Welten und den Inputhandler in die Spielkomponentenliste ein.

Klasse ControlSettingsScreen

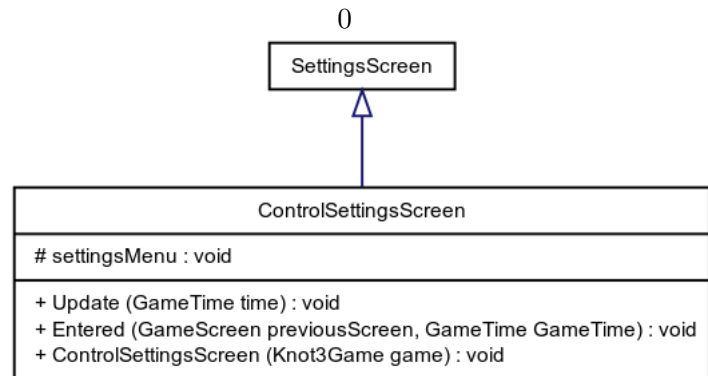
Beschreibung:

Der Spielzustand, der die Steuerungseinstellungen darstellt.

Eigenschaften:

private
ticalMenu
nu
tingsMenu
nu

Ver-
set-



Das Menü, das die Einstellungen enthält.

Konstruktoren:

public ControlSettingsScreen (**Knot3Game** game)

Erzeugt ein neues ControlSettingsScreen-Objekt und initialisiert dieses mit einem Knot3Game-Objekt.

Methoden:

public void Update (**GameTime** time)

Wird für jeden Frame aufgerufen.

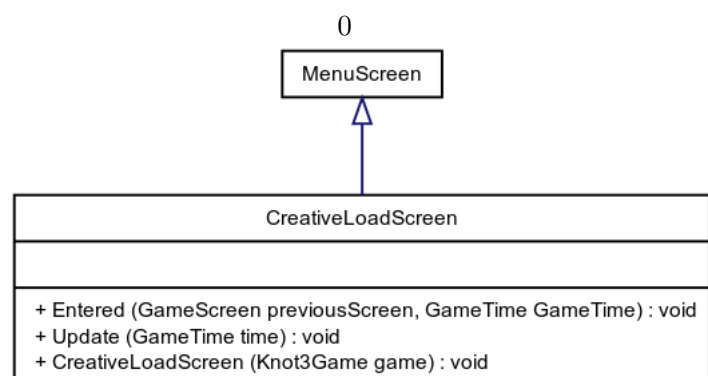
public void Entered (**GameScreen** previousScreen, **GameTime** gameTime)

Fügt das Menü mit den Einstellungen in die Spielkomponentenliste ein.

Klasse CreativeLoadScreen

Beschreibung:

Der Spielzustand, der den Ladebildschirm für Knoten darstellt.



Konstruktoren:

```
public CreativeLoadScreen  
(Knot3Game game)
```

Erzeugt ein neues CreativeLoadScreen-Objekt und initialisiert dieses mit einem Knot3Game-Objekt.

Methoden:

```
public void Entered (GameScreen previousScreen, GameTime gameTime)
```

Fügt das Menü mit dem Spielständen in die Spielkomponentenliste ein.

```
public void Update (GameTime time)
```

Wird für jeden Frame aufgerufen.

Klasse CreativeModeScreen

Beschreibung:

Der Spielzustand, der während dem Erstellen und Bearbeiten eines Knotens aktiv ist und für den Knoten eine 3D-Welt zeichnet.

Eigenschaften:

```
public void Knot
```

Der Knoten, der vom Spieler bearbeitet wird.

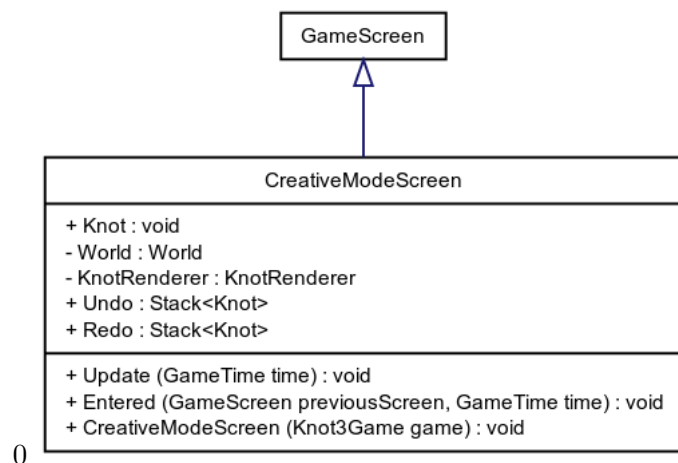
```
private World World
```

Die Spielwelt in der die 3D-Objekte des dargestellten Knotens enthalten sind.

```
private KnotRenderer KnotRenderer
```

Der Controller, der aus dem Knoten die 3D-Modelle erstellt.

```
public Stack<Knot> Undo
```



Der Undo-Stack.

```
public Stack<Knot> Redo
```

Der Redo-Stack.

Konstruktoren:

```
public CreativeModeScreen (Knot3Game game)
```

Erzeugt ein neues CreativeModeScreen-Objekt und initialisiert dieses mit einem Knot3Game-Objekt.

Methoden:

```
public void Update (GameTime time)
```

Wird für jeden Frame aufgerufen.

```
public void Entered (GameScreen previousScreen, GameTime time)
```

Fügt die 3D-Welt und den Inputhandler in die Spielkomponentenliste ein.

Klasse CreditsScreen

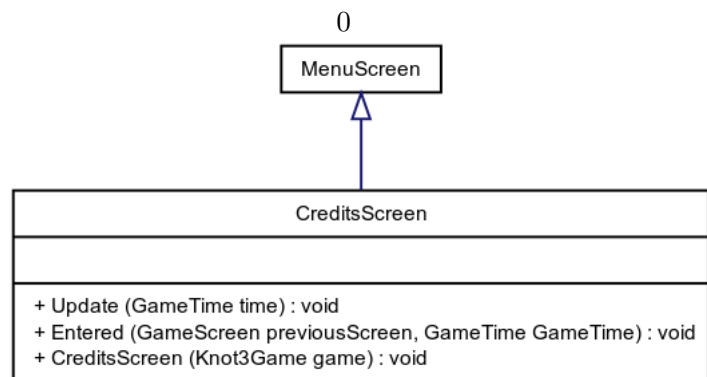
Beschreibung:

Der Spielzustand, der die Auflistung der Mitwirkenden darstellt.

Konstruktoren:

```
public  
CreditsScreen  
(Knot3Game  
game)
```

Cre-
ga-



Erzeugt ein neues CreditsScreen-Objekt und initialisiert dieses mit einem Knot3Game-Objekt.

Methoden:

```
public void Update (GameTime time)
```

Wird für jeden Frame aufgerufen.

```
public void Entered (GameScreen previousScreen, GameTime gameTime)
```

Fügt das Menü mit den Mitwirkenden in die Spielkomponentenliste ein.

Klasse GraphicsSettingsScreen

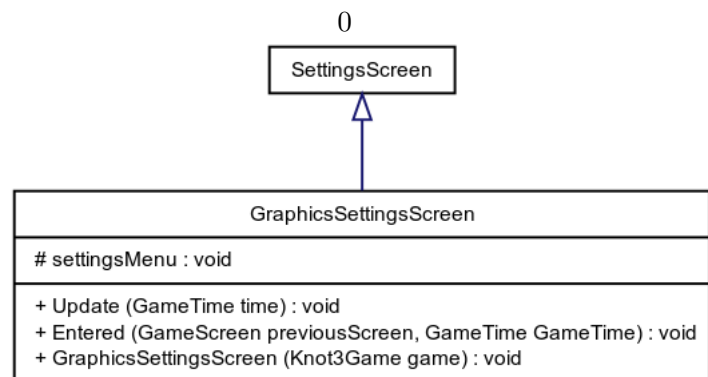
Beschreibung:

Der Spielzustand, der die Grafik-Einstellungen darstellt.

Eigenschaften:

```
private
ticalMe-
nu
tingsMe-
nu
```

Ver-
set-



Das Menü, das die Einstellungen enthält.

Konstruktooren:

```
public GraphicsSettingsScreen (Knot3Game game)
```

Erzeugt ein neues GraphicsSettingsScreen-Objekt und initialisiert dieses mit einem Knot3Game-Objekt.

Methoden:

```
public void Update (GameTime time)
```

Wird für jeden Frame aufgerufen.

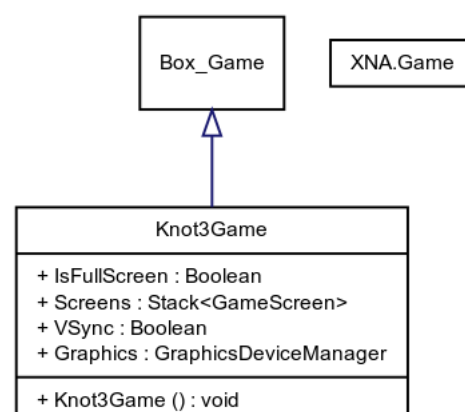
```
public void Entered (GameScreen previousScreen, GameTime gameTime)
```

Fügt das Menü mit den Einstellungen in die Spielkomponentenliste ein.

Klasse Knot3Game

Beschreibung:

Die zentrale Spielklasse, die von der „Game“-Klasse des XNA-Frameworks erbt.



Eigenschaften:

public **Boolean** **IsFullScreen**

Wird dieses Attribut ausgelesen, dann gibt es einen Wahrheitswert zurück, der angibt, ob sich das Spiel im Vollbildmodus befindet. Wird dieses Attribut auf einen Wert gesetzt, dann wird der Modus entweder gewechselt oder beibehalten, falls es auf denselben Wert gesetzt wird.

public **Stack<GameScreen>** **Screens**

Enthält als oberste Element den aktuellen Spielzustand und darunter die zuvor aktiven Spielzustände.

public **Boolean** **VSync**

Dieses Attribut dient sowohl zum Setzen des Aktivierungszustandes der vertikalen Synchronisation, als auch zum Auslesen dieses Zustandes.

public **GraphicsDeviceManager** **Graphics**

Der aktuelle Grafikgeräteverwalter des XNA-Frameworks.

Konstruktoren:

public **Knot3Game** ()

Erstellt ein neues zentrales Spielobjekt und setzt die Auflösung des BackBuffers auf die in der Einstellungsdatei gespeicherte Auflösung oder falls nicht vorhanden auf die aktuelle Bildschirmauflösung und wechselt in den Vollbildmodus.

Methoden:

public **void** **Draw** (**GameTime** time)

Ruft die Draw()-Methode des aktuellen Spielzustands auf.

public **void** **Initialize** ()

Initialisiert die Attribute dieser Klasse.

public **void** **UnloadContent** ()

Macht nichts. Das Freigeben aller Objekte wird von der automatischen Speicherbereinigung übernommen.

public void Update (GameTime time)

Wird für jeden Frame aufgerufen.

Klasse MenuScreen

Beschreibung:

Eine abstrakte Klasse, von der alle Spielzustände erben, die Menüs darstellen.

Methoden:

public void Update (GameTime time)

Wird für jeden Frame aufgerufen.

public void Entered (GameScreen previousScreen, GameTime gameTime)

Wird aufgerufen, wenn in diesen Spielzustand gewechselt wird.

Klasse ProfileSettingsScreen

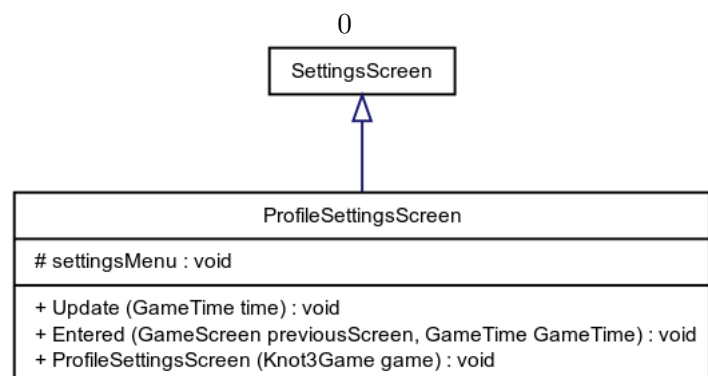
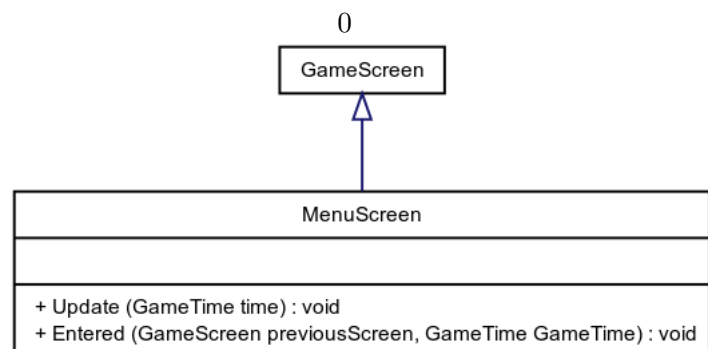
Beschreibung:

Der Spielzustand, der die Profileinstellungen darstellt.

Eigenschaften:

private static Menu settingsMenu

!!!



Konstruktoren:

public ProfileSettingsScreen (**Knot3Game** game)

Erzeugt eine neue Instanz eines ProfileSettingsScreen-Objekts und initialisiert dieses mit einem Knot3Game-Objekt.

Methoden:

public void Update (**GameTime** time)

Wird für jeden Frame aufgerufen.

public void Entered (**GameScreen** previousScreen, **GameTime** gameTime)

Fügt das Menü mit den Einstellungen in die Spielkomponentenliste ein.

Klasse SettingsScreen

Beschreibung:

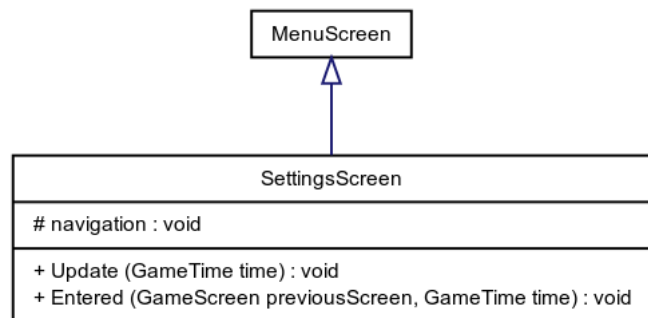
Ein Spielzustand, der das Haupt-Einstellungsmenü zeichnet.

Eigenschaften:

private
nu
nu

VerticalMe-
navigationMe-

0



Methoden:

public void Update (**GameTime** time)

Wird für jeden Frame aufgerufen.

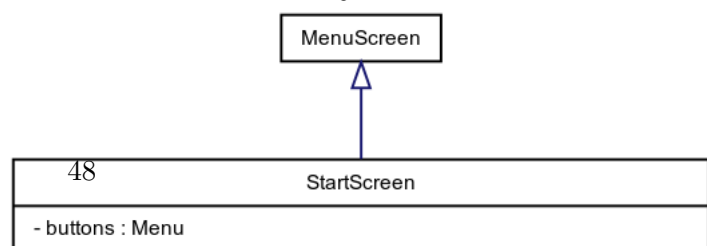
public void Entered (**GameScreen** previousScreen, **GameTime** time)

Fügt das Haupt-Einstellungsmenü in die Spielkomponentenliste ein.

Klasse StartScreen

Beschreibung:

0



Der Startbildschirm.

Eigenschaften:

```
private          Me-  
nu              but-  
tons
```

Die Schaltflächen des Startbildschirms.

Konstruktoren:

```
public StartScreen (Knot3Game game)
```

Erzeugt eine neue Instanz eines StartScreen-Objekts und initialisiert diese mit einem Knot3Game-Objekt.

Methoden:

```
public void Update (GameTime time)
```

Wird für jeden Frame aufgerufen.

```
public void Entered (GameScreen previousScreen, GameTime gameTime)
```

Fügt die das Menü in die Spielkomponentenliste ein.

Klasse TutorialChallengeModeScreen

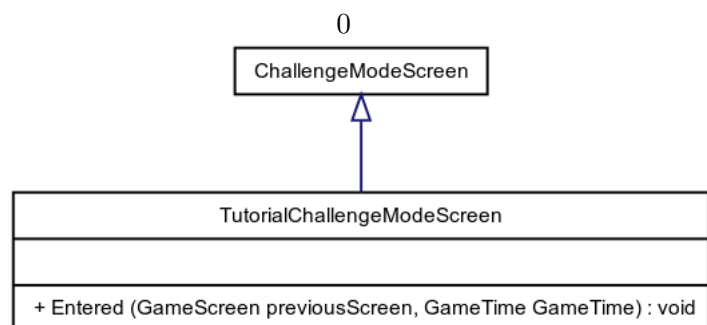
Beschreibung:

Eine Einführung in das Spielen von Challenges. Der Spieler wird dabei durch Anweisungen an das Lösen von Challenges herangeführt.

Methoden:

```
public void Entered (GameScreen previousScreen, GameTime gameTime)
```

!!!



3.3.2. Schnittstellen

3.3.3. Enumerationen

3.4. Package RenderEffects

3.4.1. Klassen

Klasse CelShadingEffect

Beschreibung:

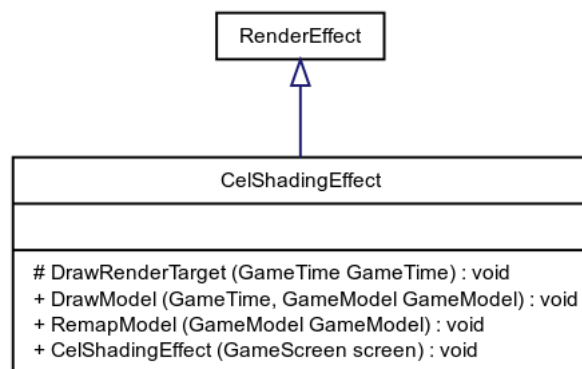
Ein Cel-Shading-Effekt.

Konstruktoren:

```
public  
CelShadingEf-  
fect  
(GameScreen  
screen)
```

CelS-
(Ga-

0



Erstellt einen neuen Cel-Shading-Effekt für den angegebenen GameScreen.

Methoden:

```
protected void DrawRenderTarget (GameTime gameTime)
```

!!!

```
public void DrawModel (GameModel gameModel, GameTime gameTime)
```

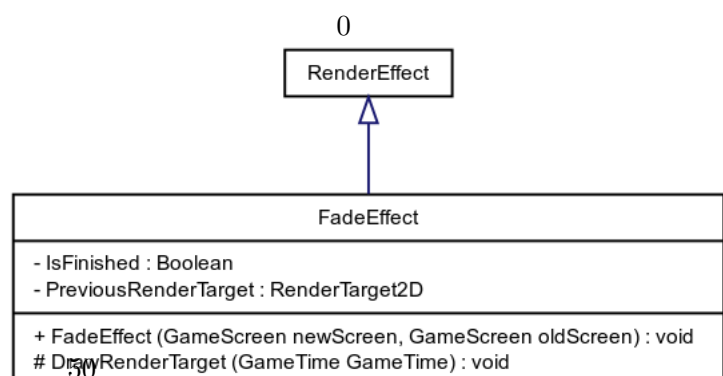
```
public void RemapModel (GameModel gameModel)
```

Weist dem 3D-Modell den Cel-Shader zu.

Klasse FadeEffect

Beschreibung:

Ein Postprocessing-Effekt, der eine Überblendung zwischen zwei Spielzuständen darstellt.



Eigenschaften:

private **Boolean** **IsFinished**

Gibt an, ob die Überblendung abgeschlossen ist und das RenderTarget nur noch den neuen Spielzustand darstellt.

private **RenderTarget2D** **PreviousRenderTarget**

Der zuletzt gerenderte Frame im bisherigen Spielzustand.

Konstruktoren:

public **FadeEffect** (**GameScreen** newScreen, **GameScreen** oldScreen)

Erstellt einen Überblende-Effekt zwischen den angegebenen Spielzuständen.

Methoden:

protected **void** **DrawRenderTarget** (**GameTime** gameTime)

!!!

Klasse RenderEffect

Beschreibung:

Eine abstrakte Klasse, die eine Implementierung von **IRenderEffect** darstellt.

Eigenschaften:

public **RenderTarget2D** **RenderTarget**

Das Rendertarget, in das zwischen dem Aufruf der **Begin()**- und der **End()**-Methode gezeichnet wird, weil es in **Begin()** als primäres Rendertarget des XNA-Frameworks gesetzt wird.

protected **GameScreen** **screen**

Der Spielzustand, in dem der Effekt verwendet wird.

protected **SpriteBatch** **spriteBatch**

RenderEffect
+ RenderTarget : RenderTarget2D # screen : GameScreen # spriteBatch : SpriteBatch
+ Begin (GameTime) : void + End (GameTime) : void + DrawModel (GameTime , GameModel gameModel) : void + RemapModel (GameModel gameModel) : void # DrawRenderTarget (GameTime time) : void

0

Ein Spritestapel, der verwendet wird, um das Rendertarget dieses Rendereffekts auf das übergeordnete Rendertarget zu zeichnen.

Methoden:

public void Begin (GameTime)

In der Methode Begin() wird das aktuell von XNA genutzte Rendertarget auf einem Stack gesichert und das Rendertarget des Effekts wird als aktuelles Rendertarget gesetzt.

public void End (GameTime)

Das auf dem Stack gesicherte, vorher genutzte Rendertarget wird wiederhergestellt und das Rendertarget dieses Rendereffekts wird, unter Umständen in Unterklassen verändert, auf dieses übergeordnete Rendertarget gezeichnet.

public void DrawModel (GameModel GameModel, GameTime GameTime)

public void RemapModel (GameModel GameModel)

Beim Laden des Modells wird von der XNA-Content-Pipeline jedem ModelMeshPart ein Shader der Klasse BasicEffect zugewiesen. Für die Nutzung des Modells in diesem Rendereffekt kann jedem ModelMeshPart ein anderer Shader zugewiesen werden.

protected void DrawRenderTarget (GameTime time)

!!!

Klasse RenderEffectStack

Beschreibung:

Ein Stapel, der während der Draw-Aufrufe die Hierarchie der aktuell verwendeten Rendereffekte verwaltet und automatisch das aktuell von XNA verwendete Rendertarget auf das Rendertarget des obersten Rendereffekts setzt.

0

RenderEffectStack
+ CurrentEffect : IRenderEffect - DefaultEffect : IRenderEffect
+ Pop () : IRenderEffect + Push (IRenderEffect effect) : void + RenderEffectStack (IRenderEffect defaultEffect) : void

Eigenschaften:

public IRenderEffect CurrentEffect

Der oberste Rendereffekt.

```
private IRenderEffect DefaultEffect
```

Der Standard-Rendereffekt, der verwendet wird, wenn der Stapel leer ist.

Konstruktoren:

```
public RenderEffectStack (IRenderEffect defaultEffect)
```

Erstellt einen neuen Rendereffekt-Stapel.

Methoden:

```
public IRenderEffect Pop ()
```

Entfernt den obersten Rendereffekt vom Stapel.

```
public void Push (IRenderEffect effect)
```

Legt einen Rendereffekt auf den Stapel.

Klasse StandardEffect

Beschreibung:

Ein Rendereffekt, der 3D-Modelle mit dem von der XNA-Content-Pipeline standardmäßig zugewiesenen BasicEffect-Shader zeichnet und keinen Post-Processing-Effekt anwendet.

Konstruktoren:

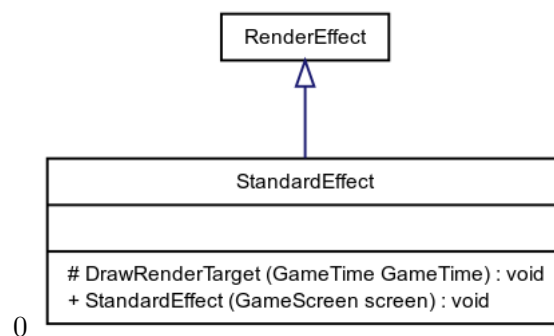
```
public StandardEffect (GameScreen screen)
```

Erstellt einen neuen Standardeffekt.

Methoden:

```
protected void DrawRenderTarget (GameTime gameTime)
```

!!!



3.4.2. Schnittstellen

Schnittstelle IRenderEffect

Beschreibung:

Stellt eine Schnittstelle für Klassen bereit, die Rendereffekte ermöglichen.

Eigenschaften:

0

IRenderEffect
+ RenderTarget : RenderTarget2D
+ Begin (GameTime) : void + End (GameTime) : void + DrawModel (GameTime, GameModel model) : void + RemapModel (GameModel model) : void

public **RenderTarget2D** Ren-
derTarget

Das Rendertarget, in das zwischen dem Aufruf der Begin()- und der End()-Methode gezeichnet wird, weil es in Begin() als primäres Rendertarget des XNA-Frameworks gesetzt wird.

Methoden:

public void Begin (**GameTime**)

In der Methode Begin() wird das aktuell von XNA genutzte Rendertarget auf einem Stapel gesichert und das Rendertarget des Effekts wird als aktuelles Rendertarget gesetzt.

public void End (**GameTime**)

Das auf dem Stapel gesicherte, vorher genutzte Rendertarget wird wiederhergestellt und das Rendertarget dieses Rendereffekts wird, unter Umständen in Unterklassen verändert, auf dieses übergeordnete Rendertarget gezeichnet.

public void DrawModel (**GameModel** model, **GameTime** time)

public void RemapModel (**GameModel** model)

Beim Laden des Modells wird von der XNA-Content-Pipeline jedem ModelMeshPart ein Shader der Klasse BasicEffect zugewiesen. Für die Nutzung des Modells in diesem Rendereffekt kann jedem ModelMeshPart ein anderer Shader zugewiesen werden.

3.4.3. Enumerationen

3.5. Package KnotData

3.5.1. Klassen

Klasse Challenge

Beschreibung:

Ein Objekt dieser Klasse repräsentiert eine Challenge.

Eigenschaften:

public
Start

Knot

Der Ausgangsknoten, den der Spieler in den Referenzknoten transformiert.

public Knot Target

Der Referenzknoten, in den der Spieler den Ausgangsknoten transformiert.

private SortedList<Integer, String> highscore

Eine sortierte Bestenliste.

private IChallengeIO format

Das Speicherformat der Challenge.

public IEnumerable<KeyValuePair<String, Integer>> Highscore

Ein öffentlicher Enumerator, der die Bestenliste unabhängig von der darunterliegenden Datenstruktur zugänglich macht.

public ChallengeMetaData metaData

Die Metadaten der Challenge.

public String Name

Der Name der Challenge.

Konstruktoren:



public Challenge (ChallengeMetaData meta, Knot start, Knot target)

Erstellt ein Challenge-Objekt aus einem gegebenen Challenge-Metadaten-Objekt. Erstellt ein Challenge-Objekt aus einer gegebenen Challenge-Datei.

Methoden:

public void AddToHighscore (String name, Integer time)

Fügt eine neue Bestzeit eines bestimmten Spielers in die Bestenliste ein.

Klasse ChallengeFileIO

Beschreibung:

Implementiert das Speicherformat für Challenges.

Konstruktoren:

0

ChallengeFileIO
+ ChallengeFileIO () : void + Save (Challenge challenge) : void + Load (String filename) : Challenge + LoadMetaData (String filename) : ChallengeMetaData

public ChallengeFileIO ()

Erstellt ein ChallengeFileIO-Objekt.

Methoden:

public void Save (Challenge challenge)

Speichert eine Challenge in dem Dateinamen, der in dem Challenge-Objekt enthalten ist.

public Challenge Load (String filename)

Lädt eine Challenge aus einer angegebenen Datei.

public ChallengeMetaData LoadMetaData (String filename)

Lädt die Metadaten einer Challenge aus einer angegebenen Datei.

Klasse ChallengeMetaData

Beschreibung:

Enthält Metadaten zu einer Challenge.

0

ChallengeMetaData
+ Name : String + Start : KnotMetaData + Target : KnotMetaData + Format : IChallengeIO + Filename : String + Highscore : IEnumerable<KeyValuePair<String, Integer>>
+ ChallengeMetaData (String name, KnotMetaData start, KnotMetaData target, String filename, IChallengeIO format) : void

Eigenschaften:

public **String** Na-
me

Der Name der Challenge.

public **KnotMetaData** Start

Der Ausgangsknoten, den der Spieler in den Referenzknoten transformiert.

public **KnotMetaData** Target

Der Referenzknoten, in den der Spieler den Ausgangsknoten transformiert.

public **IChallengeIO** Format

Das Format, aus dem die Metadaten der Challenge gelesen wurden oder null.

public **String** Filename

Der Dateiname, aus dem die Metadaten der Challenge gelesen wurden oder in den sie abgespeichert werden.

public **IEnumerator**<**KeyValuePair**<**String**, **Integer**>> Highscore

Ein öffentlicher Enumerator, der die Bestenliste unabhängig von der darunterliegenden Datenstruktur zugänglich macht.

Konstruktoren:

public ChallengeMetaData (**String** name, **KnotMetaData** start, **KnotMetaDa-**
ta target, **String** filename, **IChallengeIO** format)

Erstellt ein Challenge-Metadaten-Objekt mit einem gegebenen Namen und den Metadaten des Ausgangs- und Referenzknotens.

Klasse Edge

Beschreibung:

Eine Kante eines Knotens, die aus einer Richtung und einer Farbe, sowie optional einer Liste von Flächennummern besteht.

Edge
+ Color : Color + Direction : Direction + Rectangles : List<int>
+ Edge (Direction direction) : void + Get3DDirection () : Vector3

0

Eigenschaften:

public Color Color

Die Farbe der Kante.

public Direction Direction

Die Richtung der Kante.

public List<int> Rectangles

Die Liste der Flächennummern, die an die Kante angrenzen.

Konstruktoren:

public Edge (Direction direction)

Erstellt eine neue Kante mit der angegebenen Richtung.

Methoden:

public Vector3 Get3DDirection ()

Gibt die Richtung als normalisierten Vektor3 zurück.

Klasse Knot

Beschreibung:

Diese Klasse repräsentiert einen gültigen Knoten, bestehend aus einem Knoten-Metadaten-Objekt und einer doppelt-verketteten Liste von Kanten.

Eigenschaften:

public String Name

Der Name des Knotens, welcher auch leer sein kann. Beim Speichern muss der Nutzer in diesem Fall zwingend einen nichtleeren Namen wählen. Der Wert dieser Eigenschaft wird aus der „Name“-Eigenschaft des

Knot
+ Name : String - edges : Circle + MetaData : KnotMetaData + EdgesChanged : Action + SelectedEdges : IEnumerable<Edge>
+ Knot () : void + Knot (KnotMetaData meta, IEnumerable<Edge> edges) : void + IsValidMove (Direction dir, Integer distance) : Boolean + Move (Direction dir, Integer distance) : Boolean + GetEnumerator () : IEnumerator<Edge> + Save () : void + Clone () : Object + AddToSelection (Edge edge) : void + RemoveFromSelection (Edge edge) : void + ClearSelection () : void + AddRangeToSelection (Edge edge) : void + IsSelected (Edge edge) : Boolean + GetEnumerator () : IEnumerator + Save (IKnotIO format, String filename) : void + Equals (T other) : Boolean

0

Metadaten-Objektes geladen und bei Änderungen wieder in diesem gespeichert. Beim Ändern dieser Eigenschaft wird automatisch auch der im Metadaten-Objekt enthaltene Dateiname verändert.

private Circle edges

Das Startelement der doppelt-verketteten Liste, in der die Kanten gespeichert werden.

public KnotMetaData metaData

Die Metadaten des Knotens.

public Action EdgesChanged

Ein Ereignis, das in der Move-Methode ausgelöst wird, wenn sich die Struktur der Kanten geändert hat.

public IEnumerable<Edge> SelectedEdges

Enthält die aktuell vom Spieler selektierten Kanten in der Reihenfolge, in der sie selektiert wurden.

Konstruktooren:

public Knot ()

Erstellt einen minimalen Standardknoten. Das Metadaten-Objekt enthält in den Eigenschaften, die das Speicherformat und den Dateinamen beinhalten, den Wert „null“.

public Knot (KnotMetaData meta, IEnumerable<Edge> edges)

Erstellt einen neuen Knoten mit dem angegebenen Metadaten-Objekt und den angegebenen Kanten, die in der doppelt verketteten Liste gespeichert werden. Die Eigenschaft des Metadaten-Objektes, die die Anzahl der Kanten enthält, wird auf ein Delegate gesetzt, welches jeweils die aktuelle Anzahl der Kanten dieses Knotens zurückgibt.

Methoden:

public Boolean IsValidMove (Direction dir, Integer distance)

Prüft, ob eine Verschiebung der aktuellen Kantenauswahl in die angegebene Richtung um die angegebene Distanz gültig ist.

public Boolean Move (Direction dir, Integer distance)

Verschiebt die aktuelle Kantenauswahl in die angegebene Richtung um die angegebene Distanz.

public IEnumerator<Edge> GetEnumerator ()

Gibt die doppelt-verkettete Kantenliste als Enumerator zurück.

public void Save ()

Speichert den Knoten unter dem Dateinamen in dem Dateiformat, das in dem Metadaten-Objekt angegeben ist. Enthalten entweder die Dateiname-Eigenschaft, die Dateiformat-Eigenschaft oder beide den Wert „null“, dann wird eine IOException geworfen.

public Object Clone ()

Erstellt eine vollständige Kopie des Knotens, inklusive der Kanten-Datenstruktur und des Metadaten-Objekts.

public void AddToSelection (Edge edge)

Fügt die angegebene Kante zur aktuellen Kantenauswahl hinzu.

public void RemoveFromSelection (Edge edge)

Entfernt die angegebene Kante von der aktuellen Kantenauswahl.

public void ClearSelection ()

Hebt die aktuelle Kantenauswahl auf.

public void AddRangeToSelection (Edge edge)

Fügt alle Kanten auf dem kürzesten Weg zwischen der zuletzt ausgewählten Kante und der angegebenen Kante zur aktuellen Kantenauswahl hinzu. Sind beide Wege gleich lang, wird der Weg in Richtung der ersten Kante ausgewählt.

public Boolean IsSelected (Edge edge)

Prüft, ob die angegebene Kante in der aktuellen Kantenauswahl enthalten ist.

public IEnumerator GetEnumerator ()

Gibt die doppelt-verkettete Kantenliste als Enumerator zurück.

public void Save (IKnotIO format, String filename)

Speichert den Knoten unter dem angegebenen Dateinamen in dem angegebenen Dateiformat.

public Boolean Equals (T other)

Prüft, ob die räumliche Struktur identisch ist, unabhängig von dem Startpunkt und der Richtung der Datenstruktur.

Klasse KnotFileIO

Beschreibung:

Implementiert das Speicherformat für Knoten.

Eigenschaften:

public **IEnumerable<string>**
FileExtensions

Die für eine Knoten-Datei gültigen Dateierendungen.

Konstruktoren:

public **KnotFileIO** ()

Erstellt ein KnotFileIO-Objekt.

Methoden:

public void **Save** (**Knot** knot)

Speichert einen Knoten in dem Dateinamen, der in dem Knot-Objekt enthalten ist.

public Knot **Load** (**String** filename)

Lädt einen Knoten aus einer angegebenen Datei.

public KnotMetaData **LoadMetaData** (**String** filename)

Lädt die Metadaten eines Knotens aus einer angegebenen Datei.

Klasse KnotMetaData

Beschreibung:

Enthält Metadaten eines Knotens, die aus einer Spielstand-Datei schneller eingelesen werden können, als der vollständige Knoten. Dieses Objekt enthält keine Datenstruktur zur Repräsentation der Kanten, sondern nur Informationen über den Namen des Knoten und die Anzahl seiner Kanten.

KnotFileIO
+ FileExtensions : IEnumerable<string>
+ KnotFileIO () : void + Save (Knot knot) : void + Load (String filename) : Knot + LoadMetaData (String filename) : KnotMetaData

0

0

KnotMetaData
+ Name : String + Format : IKnotIO + CountEdges : Func<Integer> + Filename : String
+ KnotMetaData (String name, Func<Integer> countEdges, IKnotIO format, String filename) : KnotMetaData + KnotMetaData (String name, Func<Integer> countEdges) : KnotMetaData

Es kann ohne ein dazugehöriges Knoten-Objekt existieren, aber jedes Knoten-Objekt enthält genau ein Knoten-Metadaten-Objekt.

Eigenschaften:

`public String Name`

Der Anzeigename des Knotens, welcher auch leer sein kann. Beim Speichern muss der Spieler in diesem Fall zwingend einen nichtleeren Namen wählen. Wird ein neuer Anzeigename festgelegt, dann wird der Dateiname ebenfalls auf einen neuen Wert gesetzt, unabhängig davon ob er bereits einen Wert enthält oder „null“ ist. Diese Eigenschaft kann öffentlich gelesen und gesetzt werden.

`public IKnotIO Format`

Das Format, aus dem die Metadaten geladen wurden. Es ist genau dann „null“, wenn die Metadaten nicht aus einer Datei gelesen wurden. Nur lesbar.

`public Func<Integer> CountEdges`

Ein Delegate, das die Anzahl der Kanten zurückliefert. Falls dieses Metadaten-Objekt Teil eines Knotens ist, gibt es dynamisch die Anzahl der Kanten des Knoten-Objektes zurück. Anderenfalls gibt es eine statische Zahl zurück, die beim Einlesen der Metadaten vor dem Erstellen dieses Objektes gelesen wurde. Nur lesbar.

`public String Filename`

Falls die Metadaten aus einer Datei eingelesen wurden, enthält dieses Attribut den Dateinamen, sonst „null“.

Konstruktoren:

`public KnotMetaData (String name, Func<Integer> countEdges, IKnotIO format, String filename)`

Erstellt ein neues Knoten-Metadaten-Objekt mit einem angegebenen Knoten`namen` und einer angegebenen Funktion, welche eine Kantenzahl zurück gibt. Zusätzlich wird der Datei`name` oder das Speicher`format` angegeben, aus dem die Metadaten gelesen wurden.

`public KnotMetaData (String name, Func<Integer> countEdges)`

Erstellt ein neues Knoten-Metadaten-Objekt mit einem angegebenen Knoten`namen` und einer angegebenen Funktion, welche eine Kantenzahl zurück gibt.

Klasse KnotStringIO

Beschreibung:

KnotStringIO
+ Name : String + Edges : IEnumerable<Edge> + CountEdges : Integer + Content : String
+ KnotStringIO (String content) : void + KnotStringIO (Knot knot) : void

Diese Klasse repräsentiert einen Parser für das Knoten-Austauschformat und enthält die eingelesenen Informationen wie den Namen des Knotens und die Kantenliste als Eigenschaften.

Eigenschaften:

public String Name

Der Name der eingelesenen Knotendatei oder des zugewiesenen Knotenobjektes.

public IEnumerable<Edge> Edges

Die Kanten der eingelesenen Knotendatei oder des zugewiesenen Knotenobjektes.

public Integer CountEdges

Die Anzahl der Kanten der eingelesenen Knotendatei oder des zugewiesenen Knotenobjektes.

public String Content

Erstellt aus den „Name“ - und „Edges“ -Eigenschaften eine neue Zeichenkette, die als Dateiinhalt in einer Datei eines Spielstandes einen gültigen Knoten repräsentiert.

Konstruktoren:

public KnotStringIO (String content)

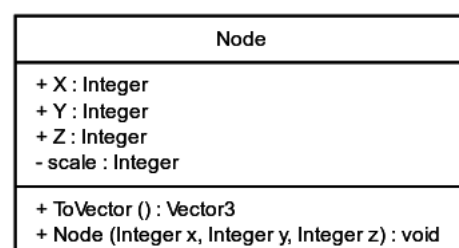
Liest das in der angegebenen Zeichenkette enthaltene Dateiformat ein. Enthält es einen gültigen Knoten, so werden die „Name“ - und „Edges“ -Eigenschaften auf die eingelesenen Werte gesetzt. Enthält es einen ungültigen Knoten, so wird eine IOException geworfen und das Objekt wird nicht erstellt.

public KnotStringIO (Knot knot)

Erstellt ein neues Objekt und setzt die „Name“ - und „Edge“ -Eigenschaften auf die im angegebenen Knoten enthaltenen Werte.

Klasse Node

Beschreibung:



Eigenschaften:

```
public Integer X
```

```
public Integer Y
```

```
public Integer Z
```

```
private Integer scale
```

Konstruktoren:

```
public Node (Integer x, Integer y, Integer z)
```

Erzeugt eine neue Instanz eines Node-Objekts und initialisiert diese mit Werten für die x -, y - und z -Koordinate.

Methoden:

```
public Vector3 ToVector ()
```

Klasse NodeMap

Beschreibung:

Eine Zuordnung zwischen Kanten und Kantenübergänge.

Eigenschaften:

```
public Integer Scale
```

NodeMap
+ Scale : Integer
+ From (Edge edge) : Node + To (Edge edge) : Node + OnEdgesChanged () : void

0

Methoden:

public Node From (Edge edge)

Gibt den Übergang am Anfang der Kante zurück.

public Node To (Edge edge)

Gibt den Übergang am Ende der Kante zurück.

public void OnEdgesChanged ()

Aktualisiert die Zuordnung, wenn sich die Kanten geändert haben.

Klasse PrinterIO

Beschreibung:

Ein Exportformat für 3D-Drucker.

Eigenschaften:

public IEnumerable<string>
FileExtensions

Die gültigen Dateierweiterungen für das 3D-Drucker-Format.

Konstruktoren:

public PrinterIO ()

Erstellt ein neues PrinterIO-Objekt.

Methoden:

public void Save (Knot knot)

Exportiert den Knoten in einem gültigen 3D-Drucker-Format.

public Knot Load (String filename)

Gibt eine IOException zurück.

public KnotMetaData LoadMetaData (String filename)

0

PrinterIO
+ FileExtensions : IEnumerable<string>
+ PrinterIO () : void + Save (Knot knot) : void + Load (String filename) : Knot + LoadMetaData (String filename) : KnotMetaData

Gibt eine IOException zurück.

3.5.2. Schnittstellen

Schnittstelle IChallengeIO

Beschreibung:

Diese Schnittstelle enthält Methoden, die von Speicherformaten für Challenges implementiert werden müssen.

0

IChallengeIO
+ Save (Challenge challenge) : void + Load (String filename) : Challenge + LoadMetaData (String filename) : ChallengeMetaData

Methoden:

public void Save (**Challenge** challenge)

Speichert eine Challenge.

public Challenge Load (**String** filename)

Lädt eine Challenge.

public ChallengeMetaData LoadMetaData (**String** filename)

Lädt die Metadaten einer Challenge.

Schnittstelle IKnotIO

Beschreibung:

Diese Schnittstelle enthält Methoden, die von Speicherformaten für Knoten implementiert werden müssen.

0

IKnotIO
+ FileExtensions : IEnumerable<string>
+ Save (Knot knot) : void + Load (String filename) : Knot + LoadMetaData (String filename) : KnotMetaData

Eigenschaften:

public IEnumerable<string> FileExtensions

Aufzählung der Dateierweiterungen.

Methoden:

public void Save (**Knot** knot)

Speichert einen Knoten.

```
public Knot Load (String filename)
```

Lädt einen Knoten.

```
public KnotMetaData LoadMetaData (String filename)
```

Lädt die Metadaten eines Knotens.

3.5.3. Enumerationen

Enumeration Direction

Beschreibung:

Eine Wertesammlung der möglichen Richtungen in einem dreidimensionalen Raum. Wird benutzt, damit keine ungültigen Kantenrichtungen angegeben werden können.

Eigenschaften:

```
Left = 1
```

Links.

```
Right = 2
```

Rechts.

```
Up = 3
```

Hoch.

```
Down = 4
```

Runter.

```
Forward = 5
```

Vorwärts.

```
Backward = 6
```

Rückwärts.

```
Zero = 0
```

Keine Richtung.

3.6. Package Widgets

3.6.1. Klassen

Klasse CheckBoxItem

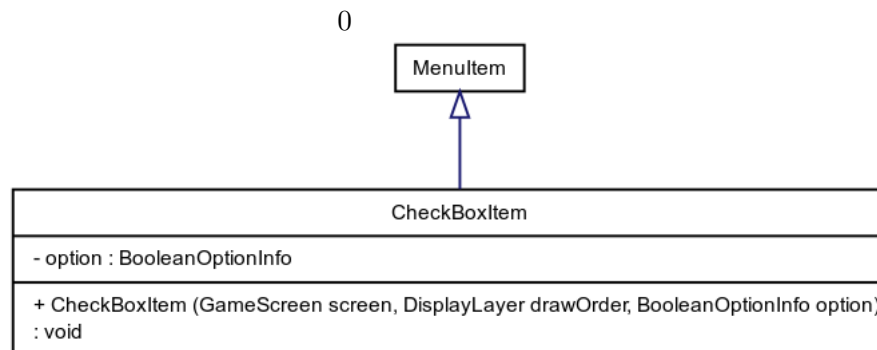
Beschreibung:

Ein Menüeintrag, der einen Auswahlkasten darstellt.

Eigenschaften:

`private`
`BooleanOption-`
`Info`
`option`

`Boolean-`
`option`



Die Option, die mit dem Auswahlkasten verknüpft ist.

Konstruktoren:

`public` `CheckBoxItem` (`GameScreen` screen, `DisplayLayer` drawOrder, `BooleanOptionInfo` option)

Erzeugt ein neues `CheckBoxItem`-Objekt und initialisiert dieses mit dem zugehörigen `GameScreen`-Objekt. Zudem sind Angaben zur Zeichenreihenfolge und der Auswahl`option` Pflicht.

Klasse ColorPicker

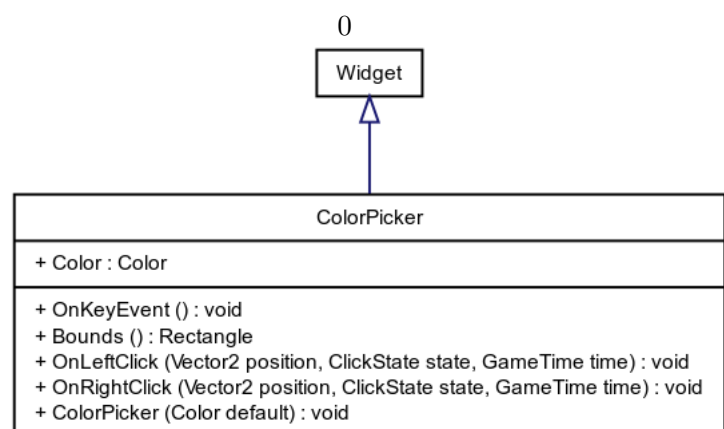
Beschreibung:

Ein Steuerelement der grafischen Benutzeroberfläche, das eine Auswahl von Farben ermöglicht.

Eigenschaften:

`public`
`Color`
`Color`

`Color-`
`Color`



Die ausgewählte Farbe.

Konstruktoren:

```
public ColorPicker (Color def)
```

Methoden:

```
public void OnKeyEvent ()
```

Reagiert auf Tastatureingaben.

```
public Rectangle Bounds ()
```

Gibt die Ausmaße des ColorPickers zurück.

```
public void OnLeftClick (Vector2 position, ClickState state, gameTime time)
```

Bei einem Linksklick wird eine Farbe ausgewählt und im Attribut Color abgespeichert.

```
public void OnRightClick (Vector2 position, ClickState state, gameTime time)
```

Bei einem Rechtsklick geschieht nichts.

Klasse ColorPickItem

Beschreibung:

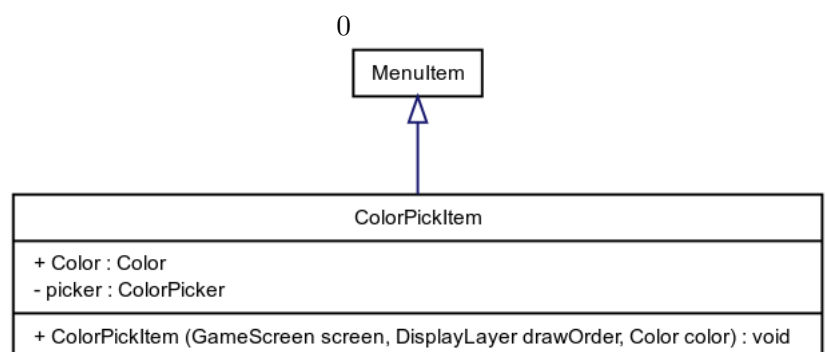
Ein Menüeintrag, der eine aktuelle Farbe anzeigt und zum Ändern der Farbe per Mausklick einen ColorPicker öffnet.

Eigenschaften:

```
public Color color
```

Die aktuelle Farbe.

```
private ColorPicker picker
```



Der ColorPicker, der bei einem Mausklick auf den Menüeintrag geöffnet wird.

Konstruktoeren:

```
public ColorPickItem (GameScreen screen, DisplayLayer drawOrder, Color color)
```

Erzeugt ein neues ColorPickItem-Objekt und initialisiert dieses mit dem zugehörigen GameScreen-Objekt. Zudem sind Angaben zur Zeichenreihenfolge und der Auswahloption Pflicht.

Klasse ConfirmDialog

Beschreibung:

Ein Dialog, der Schaltflächen zum Bestätigen einer Aktion anzeigt.

Eigenschaften:

```
private  
nu  
tons
```

Me-
but-

Das Menü, das Schaltflächen enthält.

Konstruktoeren:

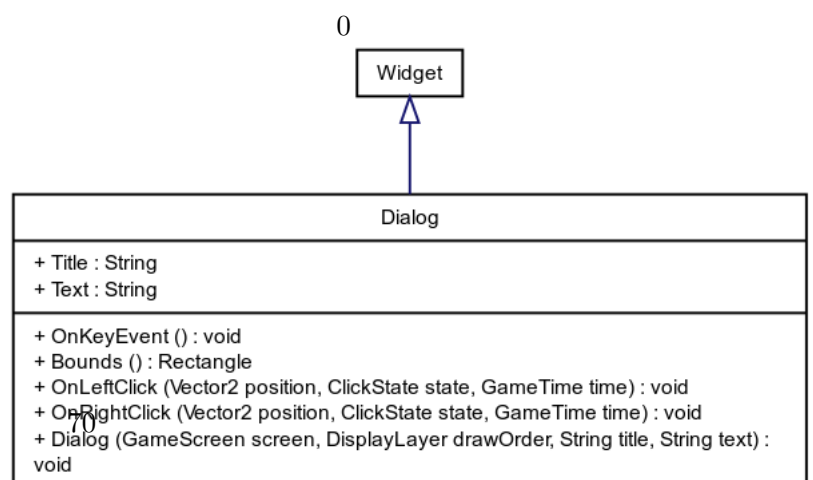
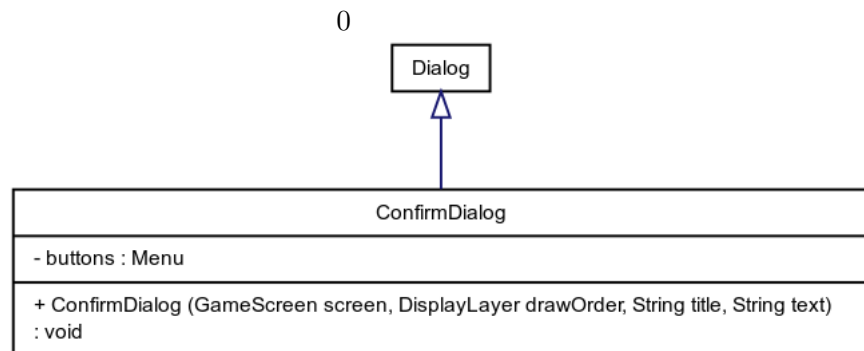
```
public ConfirmDialog (GameScreen screen, DisplayLayer drawOrder, String title, String text)
```

Erzeugt ein neues ConfirmDialog-Objekt und initialisiert dieses mit dem zugehörigen GameScreen-Objekt. Zudem sind Angaben zur Zeichenreihenfolge, einer Zeichenkette für den Titel und für den eingeblendeten Text Pflicht.

Klasse Dialog

Beschreibung:

Ein Dialog ist ein im Vordergrund erscheinendes Fenster, das auf Nutzerinteraktionen wartet.



Eigenschaften:

public **String** **Tit-**
le

Der Fenstertitel.

public **String** **Text**

Der angezeigte Text.

Konstruktoren:

public **Dialog** (**GameScreen** screen, **DisplayLayer** drawOrder, **String** title, **String** text)

Erzeugt ein neues Dialog-Objekt und initialisiert dieses mit dem zugehörigen GameScreen-Objekt. Zudem sind Angaben zur Zeichenreihenfolge, einer Zeichenkette für den Titel und für den eingeblendeten Text Pflicht.

Methoden:

public **void** **OnKeyEvent** ()

Durch Drücken der Entertaste wird die ausgewählte Aktion ausgeführt. Durch Drücken der Escape-Taste wird der Dialog abgebrochen. Mit Hilfe der Pfeiltasten kann zwischen den Aktionen gewechselt werden.

public **Rectangle** **Bounds** ()

Gibt die Ausmaße des Dialogs zurück.

public **void** **OnLeftClick** (**Vector2** position, **ClickState** state, **GameTime** time)

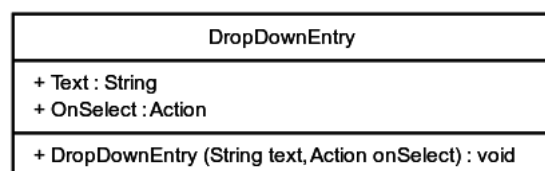
Bei einem Linksklick geschieht nichts.

public **void** **OnRightClick** (**Vector2** position, **ClickState** state, **GameTime** time)

Bei einem Rechtsklick geschieht nichts.

Klasse **DropDownEntry**

Beschreibung:



Repräsentiert einen Eintrag in einem Dropdown-Menü.

Eigenschaften:

public String Text

Der Text des Eintrags.

public Action OnSelect

Die Aktion, welche bei der Auswahl ausgeführt wird.

Konstruktoren:

public DropDownEntry (String text, Action onSelect)

Erzeugt eine neue Instanz eines DropDownEntry-Objekts. *text* bezeichnet den Text für den Eintrag, *onSelect* ist die Aktion, welche bei der Auswahl des Eintrags auszuführen ist (s. Action).

Klasse DropDownMenuItem

Beschreibung:

Ein Menüeintrag, der den ausgewählten Wert anzeigt und bei einem Linksklick ein Dropdown-Menü zur Auswahl eines neuen Wertes ein- oder ausblendet.

Eigenschaften:

**private
calMenu
down**

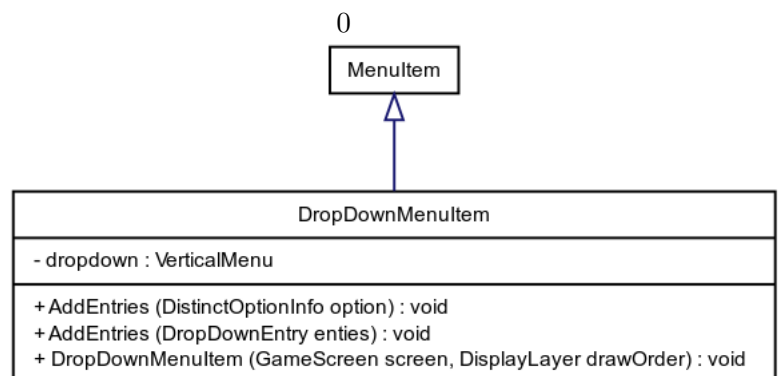
**Verti-
drop-**

Das Dropdown-Menü, das ein- und ausgeblendet werden kann.

Konstruktoren:

public DropDownMenuItem (GameScreen screen, DisplayLayer drawOrder)

Erzeugt ein neues ConfirmDialog-Objekt und initialisiert dieses mit dem zugehörigen GameScreen-Objekt. Zudem ist die Angabe der Zeichenreihenfolge Pflicht.



Methoden:

public void AddEntries (DistinctOptionInfo option)

Fügt Einträge in das Dropdown-Menü ein, die auf Einstellungs~~optionen~~ basieren. Fügt Einträge in das Dropdown-Menü ein, die nicht auf Einstellungs~~optionen~~ basieren.

public void AddEntries (DropDownEntry enties)

Fügt Einträge in das Dropdown-Menü ein, die auf Einstellungsoptionen basieren. Fügt Einträge in das Dropdown-Menü ein, die nicht auf Einstellungsoptionen basieren.

Klasse InputItem

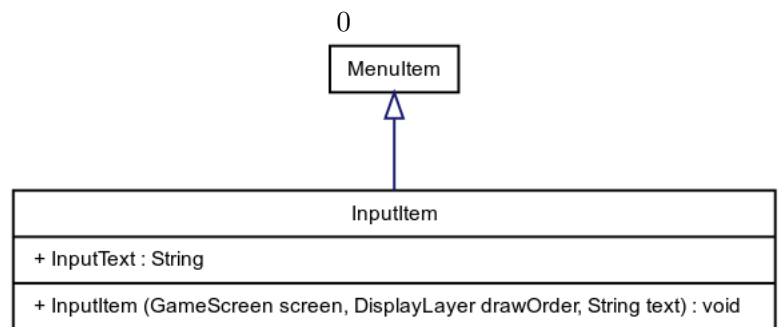
Beschreibung:

Ein Menüeintrag, der Texteingaben vom Spieler annimmt.

Eigenschaften:

public String InputText

Beinhaltet den vom Spieler eingegebenen Text.



Konstruktoren:

public InputItem (GameScreen screen, DisplayLayer drawOrder, String text)

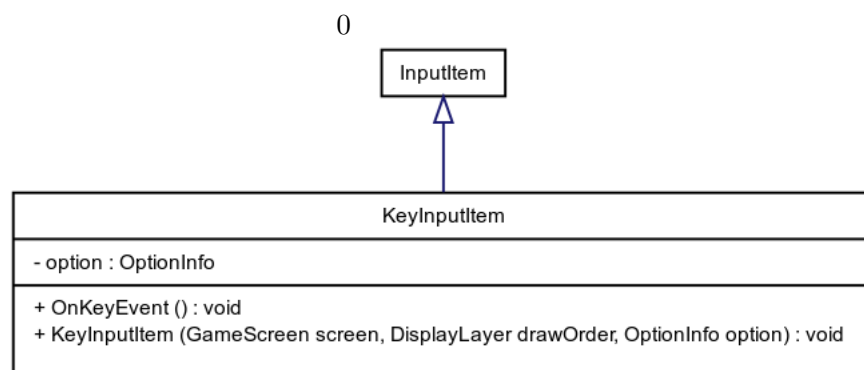
Erzeugt ein neues InputItem-Objekt und initialisiert dieses mit dem zugehörigen GameScreen-Objekt. Zudem sind Angaben zur Zeichenreihenfolge und für evtl. bereits vor-eingetragenen Text Pflicht.

Klasse KeyInputItem

Beschreibung:

Ein Menüeintrag, der einen Tastendruck entgegennimmt und in der enthaltenen Option als Zeichenkette speichert.

Eigenschaften:



private
tionInfo
on

Op-
opti-

Die Option in einer Einstellungsdatei.

Konstruktoen:

public KeyInputItem (**GameScreen** screen, **DisplayLayer** drawOrder, **Option-**
Info option)

Erzeugt ein neues CheckBoxItem-Objekt und initialisiert dieses mit dem zugehörigen GameScreen-Objekt. Zudem sind Angaben zur Zeichenreihenfolge und der Eingabe^{option} Pflicht.

Methoden:

public void OnKeyEvent ()

Speichert die aktuell gedrückte Taste in der Option.

Klasse Menu

Beschreibung:

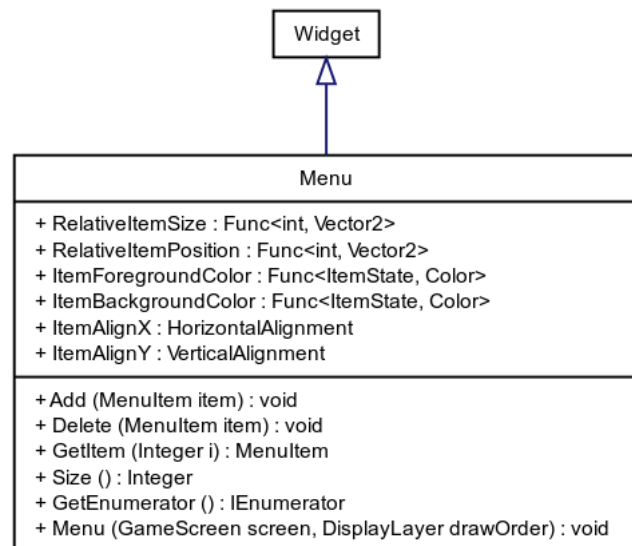
Ein Menü enthält Bedienelemente zur Benutzerinteraktion. Diese Klasse bietet Standardwerte für Positionen, Größen, Farben und Ausrichtungen der Menüeinträge. Sie werden gesetzt, wenn die Werte der Menüeinträge „null“ sind.

Eigenschaften:

public
Vector2>
lativeItemSi-
ze

Func<int,
Re-

0



Die von der Auflösung unabhängige Größe in Prozent.

public **Func<int, Vector2>** RelativeItemPosition

Die von der Auflösung unabhängige Position in Prozent.

public **Func<ItemState, Color>** ItemForegroundColor

Die vom Zustand des Menüeintrags abhängige Vordergrundfarbe des Menüeintrags.

```
public Func<ItemState, Color> ItemBackgroundColor
```

Die vom Zustand des Menüeintrags abhängige Hintergrundfarbe des Menüeintrags.

```
public HorizontalAlignment ItemAlignX
```

Die horizontale Ausrichtung der Menüeinträge.

```
public VerticalAlignment ItemAlignY
```

Die vertikale Ausrichtung der Menüeinträge.

Konstruktooren:

```
public Menu (GameScreen screen, DisplayLayer drawOrder)
```

Erzeugt ein neues Menu-Objekt und initialisiert dieses mit dem zugehörigen GameScreen-Objekt. Zudem ist die Angabe der Zeichenreihenfolge Pflicht.

Methoden:

```
public void Add (MenuItem item)
```

Fügt einen Eintrag in das Menü ein. Falls der Menüeintrag „null“ oder leere Werte für Position, Größe, Farbe oder Ausrichtung hat, werden die Werte mit denen des Menüs überschrieben.

```
public void Delete (MenuItem item)
```

Entfernt einen Eintrag aus dem Menü.

```
public MenuItem GetItem (Integer i)
```

Gibt einen Eintrag des Menüs zurück.

```
public Integer Size ()
```

Gibt die Anzahl der Einträge des Menüs zurück.

```
public IEnumerator GetEnumerator ()
```

Gibt einen Enumerator über die Einträge des Menüs zurück.

Klasse MenuButton

Beschreibung:

Eine Schaltfläche, der eine Zeichenkette anzeigt und auf einen Linksklick reagiert.

Eigenschaften:

public **Action** **OnClick**

Die Aktion, die ausgeführt wird, wenn der Spieler auf die Schaltfläche klickt.

Konstruktoren:

public **MenuButton** (**GameScreen** screen, **DisplayLayer** drawOrder, **String** name, **Action** onClick)

Erzeugt ein neues MenuButton-Objekt und initialisiert dieses mit dem zugehörigen GameScreen-Objekt. Zudem sind Angabe der Zeichenreihenfolge, einer Zeichenkette für den Namen der Schaltfläche und der Aktion, welche bei einem Klick ausgeführt wird Pflicht.

Klasse MenuItem

Beschreibung:

Ein abstrakte Klasse für Menüeinträge, die

Eigenschaften:

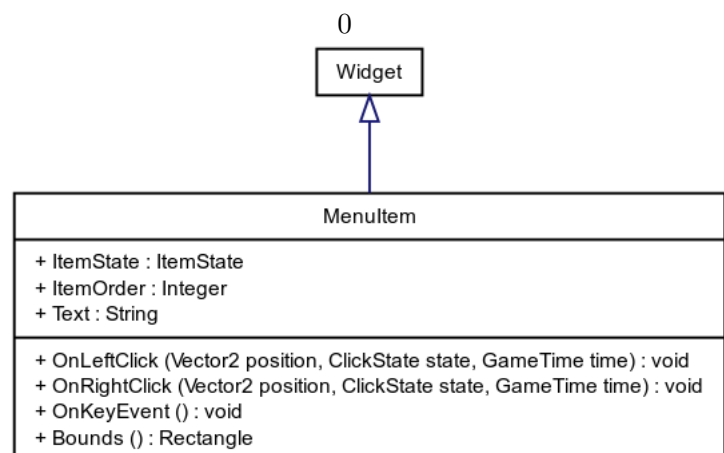
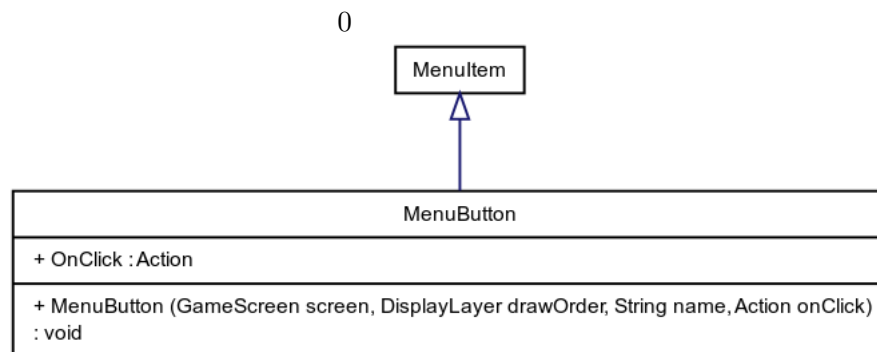
public **Item-**
State **Item-**
State

Gibt an, ob die Maus sich über dem Eintrag befindet, ohne ihn anzuklicken, ob er ausgewählt ist oder nichts von beidem.

public **Integer** **ItemOrder**

Die Zeichenreihenfolge.

public **String** **Text**



Der Anzeigetext der Schaltfläche.

Methoden:

```
public void OnLeftClick (Vector2 position, ClickState state, GameTime time)
```

Reaktionen auf einen Linksklick.

```
public void OnRightClick (Vector2 position, ClickState state, GameTime time)
```

Reaktionen auf einen Rechtsklick.

```
public void OnKeyEvent ()
```

Reaktionen auf Tasteneingaben.

```
public Rectangle Bounds ()
```

Gibt die Ausmaße des Eintrags zurück.

Klasse PauseDialog

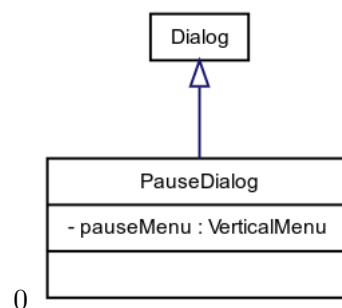
Beschreibung:

Pausiert ein Spieler im Creative- oder Challenge-Modus das Spiel, wird dieser Dialog über anderen Spielkomponenten angezeigt.

Eigenschaften:

```
private VerticalMenu pauseMenu
```

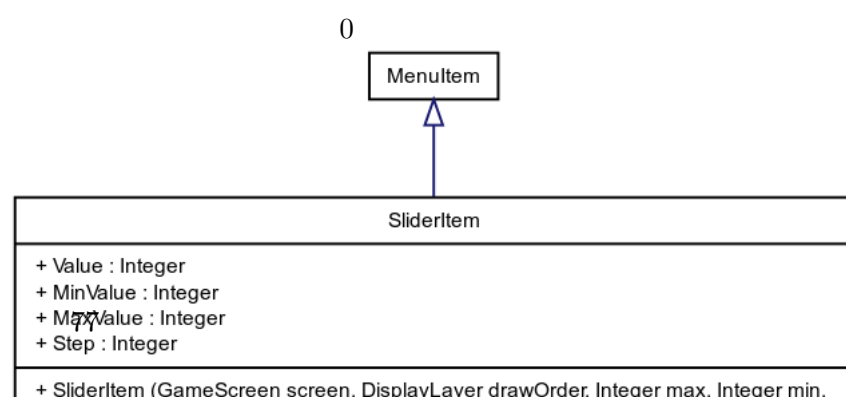
Das Menü, das verschiedene Schaltflächen enthält.



Klasse SliderItem

Beschreibung:

Ein Menüeintrag, der einen Schieberegler bereitstellt, mit dem man einen Wert zwischen einem minimalen



und einem maximalen Wert über Verschiebung einstellen kann.

Eigenschaften:

public **Integer** **Value**

Der aktuelle Wert.

public **Integer** **MinValue**

Der minimale Wert.

public **Integer** **MaxValue**

Der maximale Wert.

public **Integer** **Step**

Schrittweite zwischen zwei einstellbaren Werten.

Konstruktoren:

public **SliderItem** (**GameScreen** screen, **DisplayLayer** drawOrder, **Integer** max, **Integer** min, **Integer** step, **Integer** value)

Erzeugt eine neue Instanz eines SliderItem-Objekts und initialisiert diese mit dem zugehörigen GameScreen-Objekt. Zudem ist die Angabe der Zeichenreihenfolge, einem *minimalen* einstellbaren Wert, einem *maximalen* einstellbaren Wert und einem Standardwert Pflicht.

Klasse TextInputDialog

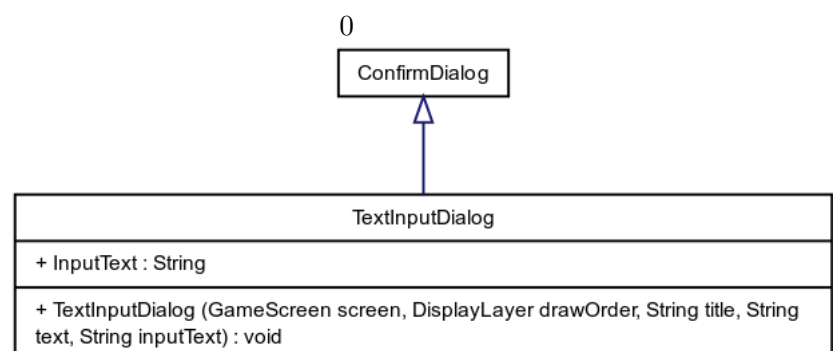
Beschreibung:

Ein Dialog, der eine Texteingabe des Spielers entgegennimmt.

Eigenschaften:

public **String** **InputText**

Der Text, der durch den Spieler eingegeben wurde.



Konstruktoren:

```
public TextInputDialog (GameScreen screen, DisplayLayer drawOrder, String title, String text, String inputText)
```

Erzeugt eine neue Instanz eines TextInputDialog-Objekts und ordnet dieser einen GameScreen zu. Zudem ist die Angabe der Zeichenreihenfolge, einer Zeichenkette für den Titel, einer Zeichenfolge für den eingeblendeten Text und eine Zeichenkette für voreingestellten Text (welche leer sein darf) Pflicht.

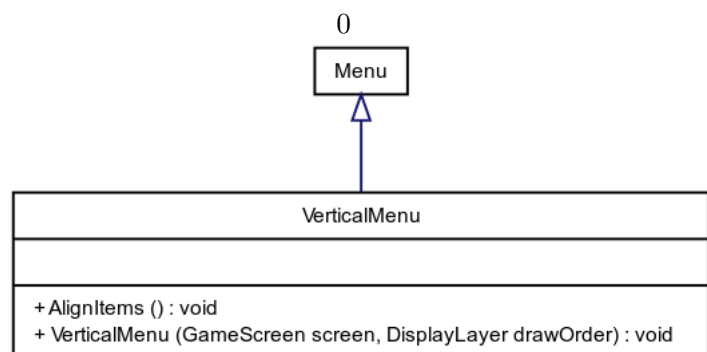
Klasse VerticalMenu

Beschreibung:

Ein Menü, das alle Einträge vertikal anordnet.

Konstruktoren:

```
public VerticalMenu (GameScreen screen, DisplayLayer drawOrder)
```



Erzeugt eine neue Instanz eines VerticalMenu-Objekts und initialisiert diese mit dem zugehörigen GameScreen-Objekt. Zudem ist die Angaben der Zeichenreihenfolge Pflicht.

Methoden:

```
public void AlignItems ()
```

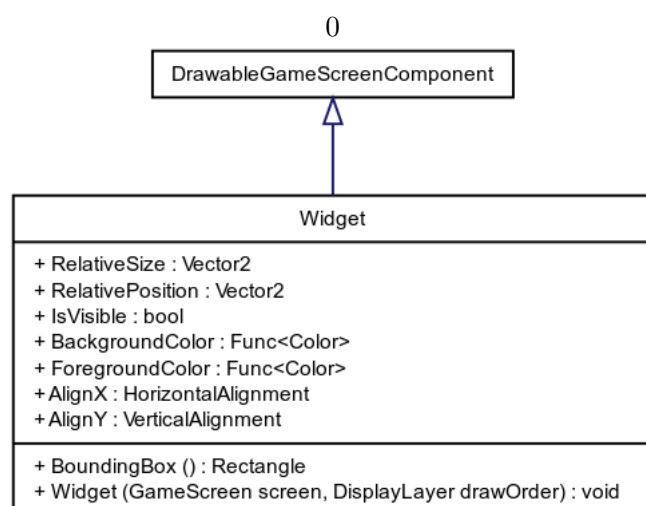
Ordnet die Einträge vertikal an.

Klasse Widget

Beschreibung:

Eine abstrakte Klasse, von der alle Element der grafischen Benutzeroberfläche erben.

Eigenschaften:



public **Vec-**
tor2 **Re-**
lativeSi-
ze

Die von der Auflösung unabhängige Größe in Prozent.

public **Vector2** **RelativePosition**

Die von der Auflösung unabhängige Position in Prozent.

public **bool** **IsVisible**

Gibt an, ob das grafische Element sichtbar ist.

public **Func<Color>** **BackgroundColor**

Die Hintergrundfarbe.

public **Func<Color>** **ForegroundColor**

Die Vordergrundfarbe.

public **HorizontalAlignment** **AlignX**

Die horizontale Ausrichtung.

public **VerticalAlignment** **AlignY**

Die vertikale Ausrichtung.

Konstruktoren:

public **Widget** (**GameScreen** screen, **DisplayLayer** drawOrder)

Erstellt ein neues grafisches Benutzerschnittstellenelement in dem angegebenen Spielzustand mit der angegebenen Zeichenreihenfolge.

Methoden:

public **Rectangle** **BoundingBox** ()

Die Ausmaße des grafischen Elements

Klasse **WidgetKeyHandler**

Beschreibung:

Ein Inputhandler, der Tastatureingaben auf Widgets verarbeitet.

Methoden:

```
public void Update  
(  
    )
```

!!!

Klasse WidgetMouseHandler

Beschreibung:

Ein Inputhandler, der Mauseingaben auf Widgets verarbeitet.

Methoden:

```
public void Update  
(  
    )
```

!!!

3.6.2. Schnittstellen

3.6.3. Enumerationen

Enumeration HorizontalAlignment

Beschreibung:

Eine horizontale Ausrichtung.

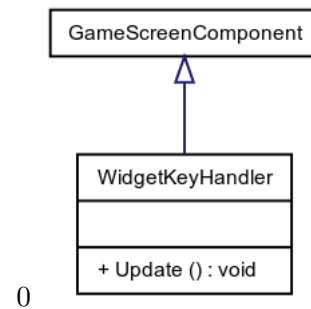
Eigenschaften:

Left = 0

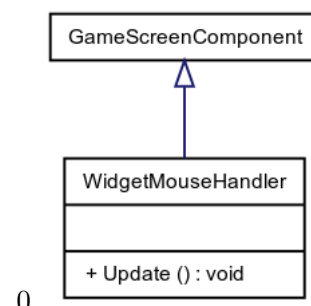
Links.

Center = 1

Mittig.



0



0

Right = 2

Rechts.

Enumeration ItemState

Beschreibung:

Der Zustand eines Menüeintrags.

Eigenschaften:

Selected = 1

Ausgewählt.

Hovered = 2

Die Maus wurde direkt über den Menüeintrag navigiert und verweilt dort.

None = 0

Ein undefinierter Zustand.

Enumeration VerticalAlignment

Beschreibung:

Die vertikale Ausrichtung.

Eigenschaften:

Top = 1

Oben.

Center = 0

Mittig.

Bottom = 2

Unten.

4. Abläufe

4.1. Sequenzdiagramme

5. Anmerkungen

Klassenindex

Core

- Angles3, 6
- BooleanOptionInfo, 7
- Camera, 7
- ConfigFile, 9
- DistinctOptionInfo, 10
- DrawableGameScreenComponent, 10
- FileUtility, 11
- GameScreen, 12
- GameScreenComponent, 13
- IGameScreenComponent, 18
- IKeyEventListener, 19
- IMouseEventListener, 20
- Input, 14
- Localizer, 15
- MousePointer, 16
- OptionInfo, 16
- Options, 17
- World, 17

GameObjects

- ArrowModel, 23
- ArrowModelInfo, 24
- EdgeMovement, 24
- GameModel, 26
- GameModelInfo, 27
- GameObjectDistance, 28
- GameObjectInfo, 28
- IGameObject, 37
- IJunction, 38
- KnotInputHandler, 29
- KnotRenderer, 29
- ModelFactory, 31
- ModelMouseHandler, 32
- NodeModel, 33
- NodeModelInfo, 33
- PipeModel, 34
- PipeModelInfo, 35
- ShadowGameModel, 35
- ShadowGameObject, 36

KnotData

- Challenge, 55
- ChallengeFileIO, 56
- ChallengeMetaData, 56
- Edge, 57
- IChallengeIO, 66
- IKnotIO, 66
- Knot, 58
- KnotFileIO, 61
- KnotMetaData, 61
- KnotStringIO, 62
- Node, 63
- NodeMap, 64
- PrinterIO, 65

RenderEffects

- CelShadingEffect, 50
- FadeEffect, 50
- IRenderEffect, 54
- RenderEffect, 51
- RenderEffectStack, 52
- StandardEffect, 53

Screens

- AudioSettingsScreen, 39
- ChallengeLoadScreen, 39
- ChallengeModeScreen, 40
- ControlSettingsScreen, 42
- CreativeLoadScreen, 42
- CreativeModeScreen, 43
- CreditsScreen, 44
- GraphicsSettingsScreen, 45
- Knot3Game, 45
- MenuScreen, 47
- ProfileSettingsScreen, 47
- SettingsScreen, 48
- StartScreen, 48
- TutorialChallengeModeScreen, 49

Widgets

- CheckBoxItem, 68
- ColorPicker, 68
- ColorPickItem, 69
- ConfirmDialog, 70
- Dialog, 70
- DropDownEntry, 71
- DropDownMenuItem, 72
- InputItem, 73
- KeyInputItem, 73
- Menu, 74
- MenuButton, 75

- MenuItem, 76
- PauseDialog, 77
- SliderItem, 77
- TextInputDialog, 78
- VerticalMenu, 79
- Widget, 79
- WidgetKeyHandler, 80
- WidgetMouseHandler, 81

A. Glossar

Sprite	Test
--------	------