Grundlagen der Softwarearchitektur

Vincent Langenfeld, Daniel Dietsch

November 24, 2020

Organisatorisches

- *Sopra-bot* ist online
- Benutzen sie *@Tutorname* oder *@Dozentename* in Gitea
- Wir sind Donnerstags 14-18 garantiert für Fragen da (bzw. nach der Fragestunde); entweder via *@Name* oder einfach in Global
- Hausaufgabenpunkte: im Gruppentreffen und sobald verfügbar im Dashboard
- GDD Abgabe diesen Samstag (23:59)
  - Im Repository in Abgabeverzeichnis (siehe Wiki)
  - Feeback innerhalb der nächsten Woche (inhaltlich, handwerklich, Anforderungen erfüllt, zu viel/wenig)
- Architekturabgabe: Erklärung nächste Vorlesung

Agenda

- Was ist Softwarearchitektur?
- Dokumentieren mit UML
- Softwarearchitektur bewerten
- Softwarearchitektur planen
- Metriken
- Code Review

Was ist Softwarearchitektur?

Softwarearchitektur

Definition: Softwarearchitektur [1]

Eine Softwarearchitektur *beschreibt die Strukturen eines Softwaresystems* durch Architekturbausteine und ihre Beziehungen und Interaktionen untereinander, sowie ihre physikalische Verteilung.
Die extern sichtbaren Eigenschaften eines Architekturbausteins werden durch Schnittstellen spezifiziert.

- Verschiedene *Bausteinarten*:
  - Subsysteme, Komponenten, Frameworks, Pakete, Klassen
- Verschiedene *Sichten*:
  - Statisch, Dynamisch, Verteilung, Kontext
- Die Softwarearchitektur ist ein Modell eines Softwaresystems

[1] Helmut Balzert, *Lehrbuch der Softwaretechnik: Entwurf, Implementierung, Installation und Betrieb*, 2011, ISBN 978-3-8274-1706-0

Definition: Modell[2]

Ein Modell ist ein konkretes oder mentales Abbild von etwas oder ein konkretes oder mentales Vorbild für etwas.

Drei Eigenschaften sind kennzeichnend für ein Modell:

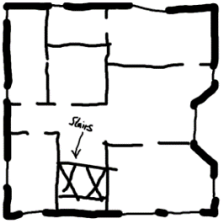
i Das *Abbildungsmerkmal*, d.h. es gibt eine Entität (ein Original) dessen Abbild oder Vorbild das Modell ist

ii Das *Verkürzungsmerkmal*, d.h. nur die Eigenschaften des Originals, die für den Modellierungskontext relevant sind, werden repräsentiert

iii Die *Pragmatik*, d.h. das *Modell* wurde in einem spezifischen Kontext für einen spezifischen Zweck erstellt

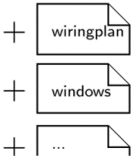
[2] Glinz, 2008

Als Skizze



Als Blaupause

Als Programmiersprache



Softwarearchitektur

Wieso Softwarearchitektur modellieren?

- *Kommunikation* und *Dokumentation*
  - Der Realisierung
  - Von Designentscheidungen
- *Qualität* planen
  - Konzeptionelle Integrität (gleiche Probleme werden gleich gelöst)
  - Grundlage für Bewertung anhand von Szenarien
  - Wiederverwendung von Systembestandteilen
- Arbeitsteilung durch *Dekomposition*
  - Schnittstellen identifizieren und definieren
  - Durch Abstraktion parallelisieren

Bewerten einer Softwarearchitektur

Qualitätsmerkmale

ISO 9126 (bzw. 25000)

- Funktionalität
  Angemessenheit, *Richtigkeit*, Interoperabilität, Ordnungsmäßigkeit, Sicherheit
- Zuverlässigkeit
  Reife, Fehlertoleranz, Widerherstellbarkeit
- *Benutzbarkeit*
  Verständlichkeit, Erlernbarkeit, Bedienbarkeit
- *Effizienz*
  Zeitverhalten, Verbrauchsverhalten
- Änderbarkeit
  Analysierbarkeit, *Modifizierbarkeit*, *Stabilität*, Prüfbarkeit

Qualitätsmerkmale

ISO 9126 (bzw. 25000)

- Funktionalität
  Angemessenheit, *Richtigkeit*, Interoperabilität, Ordnungsmäßigkeit, Sicherheit
- Zuverlässigkeit
  Reife, Fehlertoleranz, Widerherstellbarkeit
- *Benutzbarkeit*
  Verständlichkeit, Erlernbarkeit, Bedienbarkeit
- *Effizienz*
  Zeitverhalten, Verbrauchsverhalten
- Änderbarkeit
  Analysierbarkeit, *Modifizierbarkeit*, *Stabilität*, Prüfbarkeit

- GDD
- Techdemo
- Testing

Qualitätsmerkmale

ISO 9126 (bzw. 25000)

- Funktionalität
  Angemessenheit, *Richtigkeit*, Interoperabilität, Ordnungsmäßigkeit, Sicherheit
- Zuverlässigkeit
  Reife, Fehlertoleranz, Widerherstellbarkeit
- *Benutzbarkeit*
  Verständlichkeit, Erlernbarkeit, Bedienbarkeit
- *Effizienz*
  Zeitverhalten, Verbrauchsverhalten
- Änderbarkeit
  Analysierbarkeit, *Modifizierbarkeit*, *Stabilität*, Prüfbarkeit

- GDD
- Techdemo
- Testing

- Cognitive Walkthrough
- Heuristic Evaluation

Qualitätsmerkmale

ISO 9126 (bzw. 25000)

- Funktionalität
  Angemessenheit, *Richtigkeit*, Interoperabilität, Ordnungsmäßigkeit, Sicherheit
- Zuverlässigkeit
  Reife, Fehlertoleranz, Widerherstellbarkeit
- *Benutzbarkeit*
  Verständlichkeit, Erlernbarkeit, Bedienbarkeit
- *Effizienz*
  Zeitverhalten, Verbrauchsverhalten
- Änderbarkeit
  Analysierbarkeit, *Modifizierbarkeit*, *Stabilität*, Prüfbarkeit

- GDD
- Techdemo
- Testing

- Cognitive Walkthrough
- Heuristic Evaluation

- Profiling
- Testing (mit FPS-Anzeige)
- Szenarien

Qualitätsmerkmale

ISO 9126 (bzw. 25000)

- Funktionalität
  Angemessenheit, *Richtigkeit*, Interoperabilität, Ordnungsmäßigkeit, Sicherheit
- Zuverlässigkeit
  Reife, Fehlertoleranz, Widerherstellbarkeit
- *Benutzbarkeit*
  Verständlichkeit, Erlernbarkeit, Bedienbarkeit
- *Effizienz*
  Zeitverhalten, Verbrauchsverhalten
- Änderbarkeit
  Analysierbarkeit, *Modifizierbarkeit*, *Stabilität*, Prüfbarkeit

- GDD
- Techdemo
- Testing

- Cognitive Walkthrough
- Heuristic Evaluation

- Profiling
- Testing (mit FPS-Anzeige)
- Szenarien

- Szenarien
- Clean Code Prinzipien
- Metriken z.B.: Efferent/Afferent Coupling, Lack of Cohesion of Methods, Type Complexity

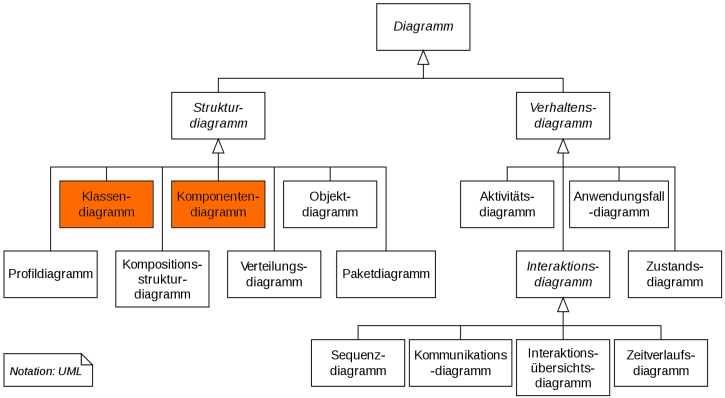
UML

UML

- Unified Modelling Langugage
- Modellierungssprache mit graphischer Notation
- Standardisiert, verwaltet von der *Object Management Group*

UML

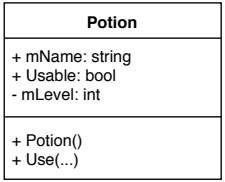
- Unified Modelling Langugage
- Modellierungssprache mit graphischer Notation
- Standardisiert, verwaltet von der *Object Management Group*



UML · Klassendiagram

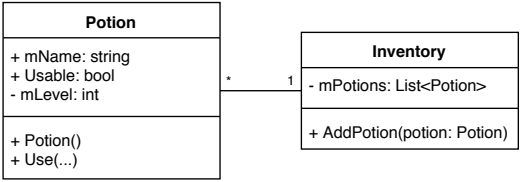
- *Statische* Sicht
- *Klassen*, *Interface*, *Pakete* und deren *statische Beziehung*
- Sehr nahe an der Implementierung

UML · Klasse




```
class Potion
{
   public string mName;
   public bool Usable
   {
      get { return mLevel > 0; }
   }
   //liquid level in percent
   private int mLevel = 100;

   public Potion() { /*...*/ }

   public bool Use(/*...*/) { /*...*/ }
}
```

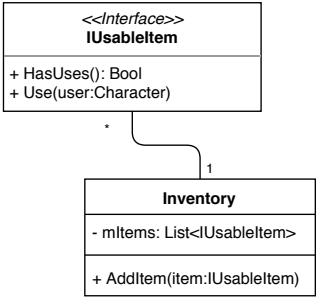
UML · Assoziation




```
class Inventory
{
    private List<Potion> mPotions;

    /*  ... */
}
```

```
class Potion
{
    public string mName;
    public bool Usable
    {
        get { return mLevel > 0; }
    }
    //liquid level in percent
    private int mLevel = 100;

    /*  ... */
}
```

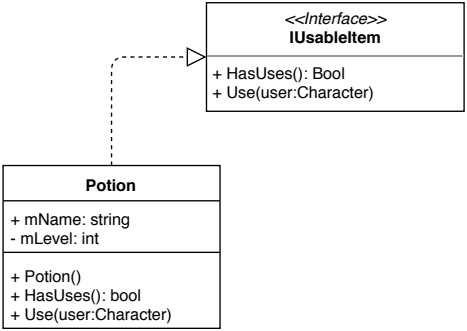
UML · Interface




```
interface IUsableItem
{
    bool HasUses();
    void Use(Character user);
}
```

```
class Inventory
{
    private List<IUsableItem>
        mInventoryItems;

    /*  ... */
}
```

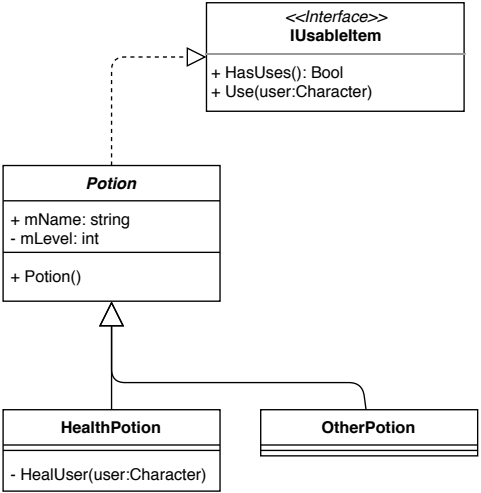
UML · Realisierung




```
interface IUsableItem
{
    bool HasUses();
    void Use(Character user);
}
```

```
class Potion: IUsableItem
{
    public string mName;
    private int mLevel = 100;

    public Potion(/*...*/) { /*...*/ }

    public bool HasUses() { /*...*/ }

    public void Use(Character user)
    { /*...*/ }
}
```

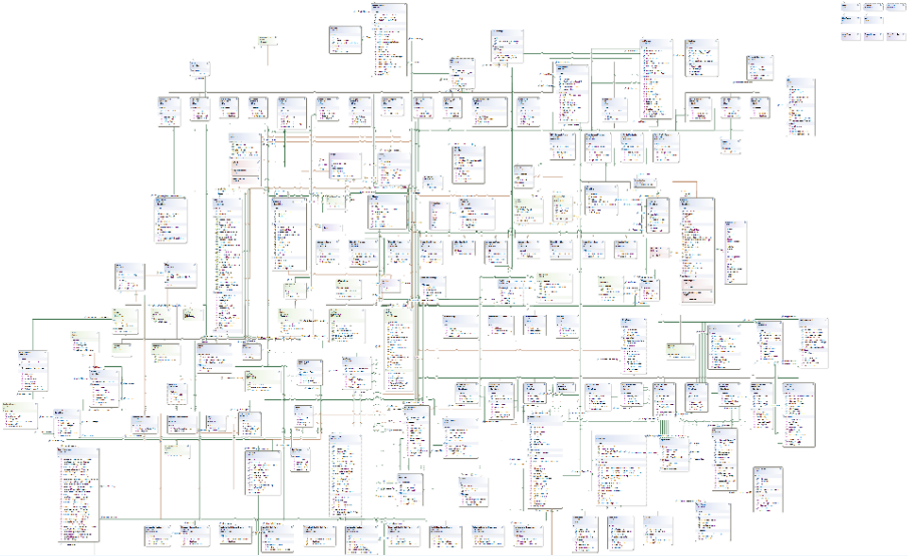
UML · Vererbung



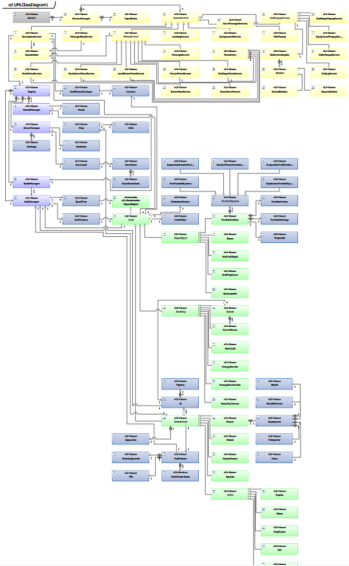

```
abstract class Potion: IUsableItem
{
    public string mName;
    private int mLevel = 100;

    public Potion(/*...*/) { /*...*/ }

    public bool HasUses() { /*...*/ }

    public void Use(Character user)
    { /*...*/ }
}
```

```
class HealthPotion : Potion
{
    private void
        HealUser(/*...*/){/*...*/}
}
```

UML



UML


cd UMLClassDiagram1
uml::Class
Kanteklasse
uml::Class
Kanteklasse
uml::Class
Knotenklasse
uml::Class
Knotenklasse
uml::Class
Knoten

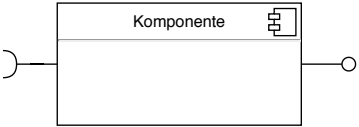
UML · Komponentendiagramm

- *Statische* Sicht
- *Komponenten*, *Interfaces*, *Parts* und deren *statische Beziehung* als Bausteine
- Abstrakter als Klassendiagramm
  - Beschreibt die Schnittstellen zwischen den Komponenten

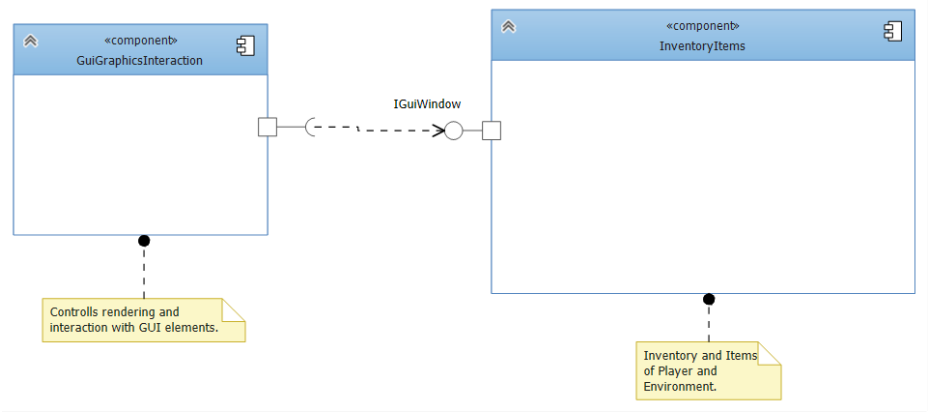
Komponente

Eine Komponente ist ein *Softwarebaustein*, der Dritten Funktionalität über Schnittstellen zur Verfügung stellt und nur explizite Abhängigkeiten nach außen besitzt.

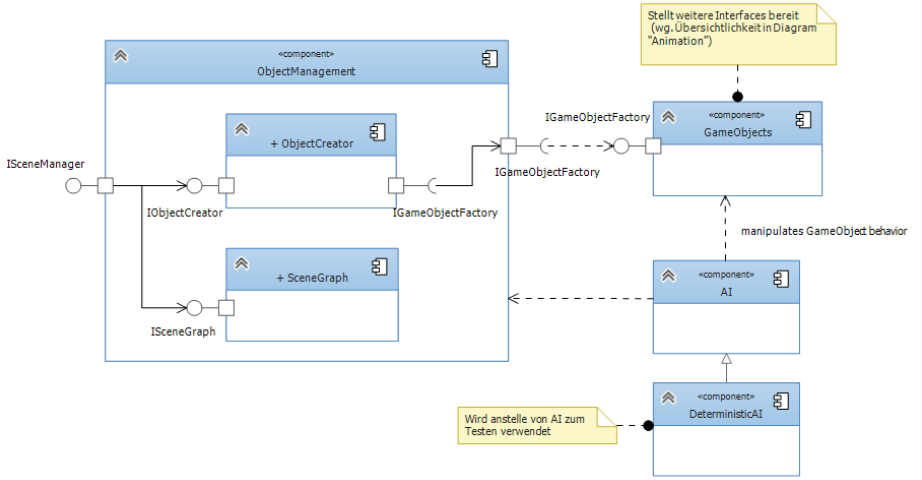
- Eine Komponente enthält z.B.: Klassen, Interfaces, Enumerations, ...
- Kann eine Schnittstelle anbieten
- Und Schnittstellen fordern



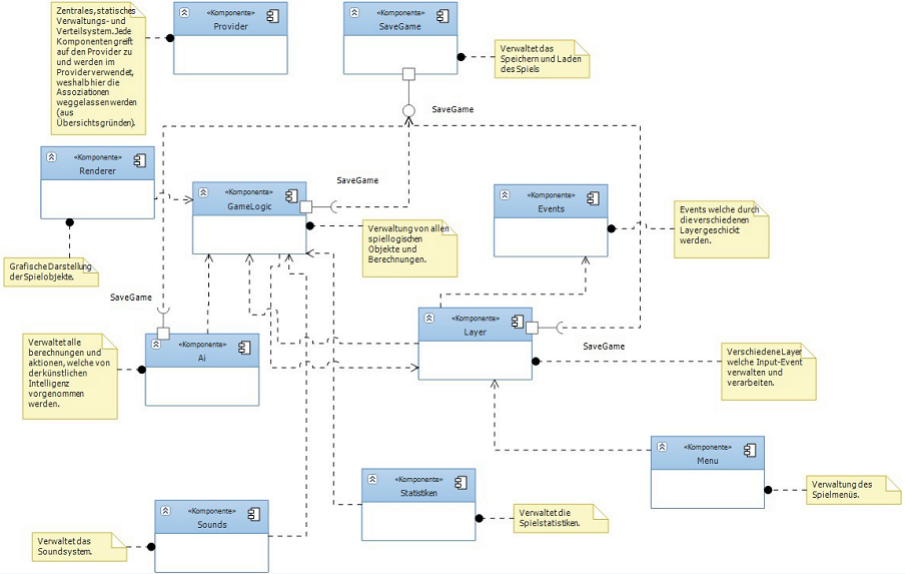
UML · Komponentendiagramm



UML · Komponentendiagramm



UML · Komponentendiagramm



Wie plane ich eine Architektur?

Planung

Es gibt kein deterministisches Verfahren, das auf jeden Fall in einer guten Architektur resultiert.*

* Es gibt grundlegende Aktivitäten und Heuristiken, etc.

Planung · Das Problem verstehen

Informationen über das *Problem* sammeln

- Domänenwissen (Bücher, Webseiten, Zeitschriften, nächste Vorlesung)
- Fachbegriffe sammeln
  - Kernaufgabe des Systems in wenigen Sätzen beschreiben
  - Gemeinsame Sprache schaffen
- Anforderungen
- Rahmenbedingungen und technischer Kontext
- GDD

Planung · Den Lösungsraum verstehen

Informationen über die *Lösung* sammeln

- Gibt es schon Lösungen für ähnliche Aufgaben?
- Gibt es Lösungen für Teilaufgaben
  - Architekturstile
  - Entwurfsmuster
- Quellen: Literatur, Internet, eigene Projekte,...

Planung · Sich der Lösung annähern

Arbeiten Sie *iterativ* und *inkrementell*

- Einfache Lösungen bauen und weiterentwickeln
- Frühzeitig validieren und dann erweitern
  - User Stories
  - Szenarien
- Vorsicht vor Optimierung

Szenario

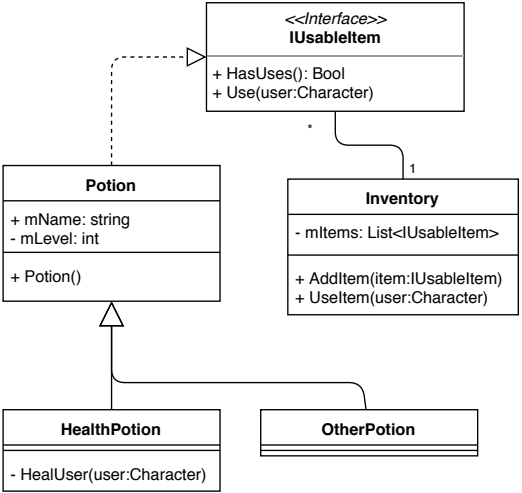
Ein Szenario ist eine Ablaufbeschreibung mit den folgenden Eigenschaften

- Quelle (z.B. intern, extern, Benutzer)
- Auslöser (z.B. Modellierer, Spieler, Angreifer)
- Umgebung (z.B. Endlosmodus, Entwicklung)
- Systembestandteil (z.B. alle, Input, KI)
- Beschreibung
- Antwort (z.B. Modell erfolgreich eingebunden, gleichzeitige Darstellung, 45FPS)
- Antwortmetrik (z.B. mehr oder weniger als 45FPS)

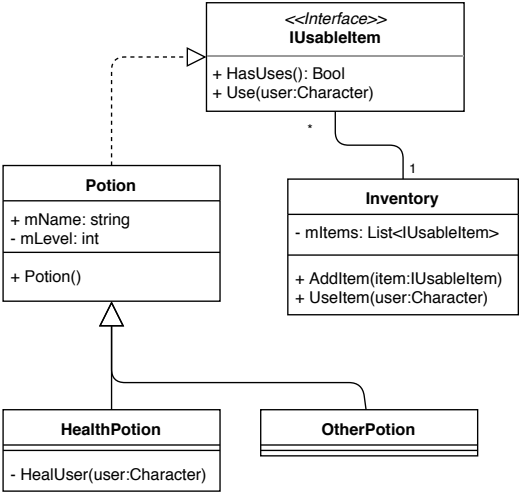
Modell Einbinden
Die Erstellung und Einbindung eines neuen 3D-Modells durch einen Modellierer muss innerhalb von 6h abgeschlossen sein.

Aktive Spielobjekte
Das Spiel muss im Endlosmodus 1000 aktive, durch den Spieler steuerbare Spielobjekte gleichzeitig mit mindestens 45 FPS auf der Referenzhardware darstellen können.

Planung · Beispiel

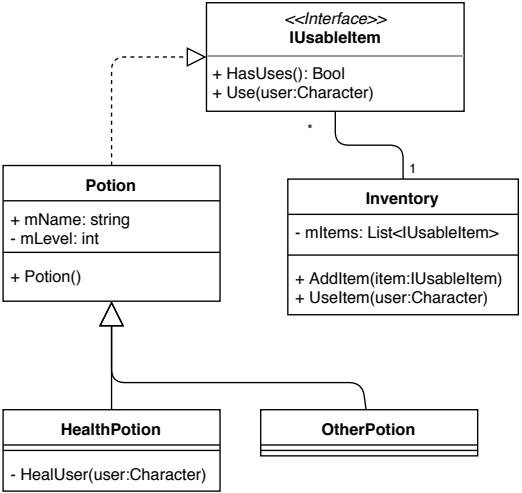


Planung · Beispiel



Szenario: Heiltrank heilt Spieler
Wenn der Spieler im Inventar einen Heiltrank benutzt, wird die Spielfigur geheilt.

Planung · Beispiel



Szenario: Heiltrank heilt Spieler
Wenn der Spieler im Inventar einen Heiltrank benutzt, wird die Spielfigur geheilt.

Szenario: Namen anzeigen
Im Inventar sollen die Namen aller Items in sortierter Reihenfolge angezeigt werden.

Planung

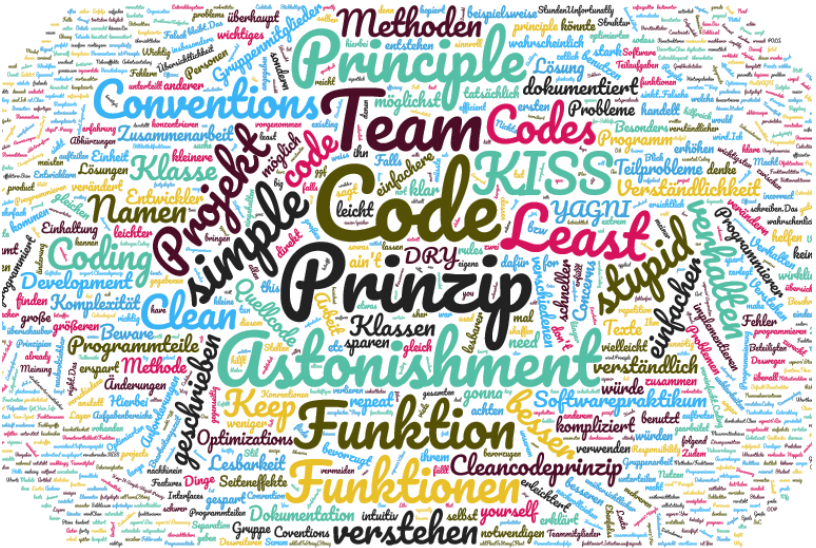
Clean Code gibt Hinweise

- Viele Clean Code Prinzipien beziehen sich auf die Architektur

Grundidee

- Abhängigkeit zwischen Bausteinen verringern:
  Niedrige *Kopplung*, hohe *Kohäsion*
- Open-Closed Principle
  Offen für Erweiterungen, geschlossen gegenüber Änderungen

Planung


Principle
Methoden
Conventions
Team
Codes
KISS
Code
Least
Projekt
simple
Prinzip
Astonishment
Funktion
Funktionen
verstehen
Klasse
Namen
Coding
Clean
Development
Komplexität
Klassen
Keep
Cleancodeprinzip
Softwarepraktikum
verständlich
stupid
einfachen
verhalten
Lesbarkeit
Dokumentation
Optimizations
Programmteile
geschrieben
Methode
Änderungen
Beware
Quellcode
Entwickler
Einhaltung
Zusammenarbeit
Gruppenmitglieder
Personen
Probleme
Programm
Teilprobleme
Verständlichkeit
dokumentiert
Lösung
möglichst
code
DRY
yagni
Texte
Fehler
Seiteneffekte
Dinge
yourself
notwendigen
Gruppe
Coventions
Interfaces
Separation
Testen
kompliziert
benutzt
verwenden
Regeln
Zeilen
Methoden
Klassen
Namen
Code
Funktion
Funktionen
Prinzip
Team
Projekt
Conventions
Principle
Coding
Clean
Development
Komplexität
Keep
Softwarepraktikum
Cleancodeprinzip
Lesbarkeit
Dokumentation
Optimizations
Programmteile
Methode
Änderungen
Beware
Quellcode
Entwickler
Einhaltung
Zusammenarbeit
Gruppenmitglieder
Personen
Probleme
Programm
Teilprobleme
Verständlichkeit
dokumentiert
Lösung
möglichst
DRY
yagni
Texte
Fehler
Seiteneffekte
Dinge
yourself
notwendigen
Gruppe
Coventions
Interfaces
Separation
Testen
kompliziert
benutzt
verwenden
Regeln
Zeilen

Planung

Single Responsibility Principle [2]

A class should have only one reason to change

```
class Potion: IUsableItem
{
   public string mName;
   private int mLevel = 100;

   public Potion(/*...*/) { /*...*/ }

   public void DrawInInventory
      (/*...*/) { /*...*/ }

   public bool HasUses() { /*...*/ }

   public void Use(/*...*/) { /*...*/ }

   public bool SaveToFile
      (Path targetFile) {/*...*/}
}
```

[2] Robert C. Martin, *Clean Architecture*, 2018, Prentice Hall

Planung

Single Responsibility Principle [2]

A class should have only one reason to change

Class `Potion` muss geändert werden, wenn:

- Sich das Verhalten von Potions ändert
- Sich ändert wie der Inventar gezeichnet wird
- Sich das Speichern/Laden ändert
- Sich Dateisystemdetails ändern
- (Sich `IUsableItem` ändert)

```
class Potion: IUsableItem
{
    public string mName;
    private int mLevel = 100;

    public Potion(/*...*/) { /*...*/ }

    public void DrawInInventory
        (/*...*/) { /*...*/ }

    public bool HasUses() { /*...*/ }

    public void Use(/*...*/) { /*...*/ }

    public bool SaveToFile
        (Path targetFile) {/*...*/}
}
```

[2] Robert C. Martin, *Clean Architecture*, 2018, Prentice Hall

Entwurfsmuster

Entwurfsmuster

Nächstes Jahr in der Softwaretechnikvorlesung *Design Patterns*

- Nützlich für Spiele:
  Composite, (Abstract) Factory, Builder, Flyweight, Observer, Visitor, Iterator
- Vielleicht nützlich:
  Object Pool, Proxy, Prototype, Decorator, Command, Strategy, . . .

- https://gameprogrammingpatterns.com/contents.html
- https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Software_design_patterns

Entwurfsmuster

Vorsicht!

- Entwurfsmuster können eine Architektur auch unnötig kompliziert machen
- Erst verstehen, wozu ein Muster gut ist, dann das Muster verwenden
- Nicht: Wie kann ich bloß dieses Muster verwenden?

Entwurfsmuster · Anitpattern: Singleton

Singleton
+ Default: Singleton
+ MethodA():Boolean - Singleton()

```
public class Singleton
{
    private static Singleton sInstance;
    public static Singleton Default
    {
        get
        {
            if (sInstance == null)
            {
                sInstance = new Singleton();
            }
            return sInstance;
        }
    }

    private Singleton(){/* ... */}

    public bool MethodA(){/* ... */}
}
```

UNI FREIBURG

Nachteile

- Versteckte Abhängigkeiten
  - Aufrufe von Methoden eines Singleton sind Aufrufe eines statischen Objekts.
  - Überall verwendbar
- Schwierig zu testen
  - Wie tausche ich das Singleton gegen ein Mockup aus?
- Schwierig abzuleiten
  - Da die Initialisierung statisch geschieht, kann man sie in abgeleiteten Klassen nicht einfach überschreiben.
- Sprachabhängig
  - Z.B. in Java gibt es nicht einen statischen Kontext pro VM, sondern pro Classloader
- Schwierig zu verändern
  - Was, wenn ich plötzlich zwei Objekte brauche?

Metriken

Metriken

Metrik[3]

A quantitative measure of the deree to which a system, componente, or process possesses a given attribute.

- Gemessen in z.B.: in Einheiten wie cm, km, kg, km/h, ...
- *Softwaremetrik* ist eine Funktion, die eine Eigenschaft der Software auf eine Zahl abbildet
- Vergleichen, Bewerten
- Verschiedene Tools wie Sonar, NDepend, Visual Studio

[3] IEEE Std. 610.20 (1990)

Metriken

Lines Of Code

Anzahl an Zeilen einer Klasse bzw. des ganzen Projektes

- *Logisch*:
  Nur tatsächliche Codezeilen (keine Kommentare, Leerzeilen, ...)
- *Physikalisch*:
  Alle Zeilen

Metriken

Lines Of Code

Anzahl an Zeilen einer Klasse bzw. des ganzen Projektes

- *Logisch*:
  Nur tatsächliche Codezeilen (keine Kommentare, Leerzeilen, ...)
- *Physikalisch*:
  Alle Zeilen

Grundsätzlich: Jede Methode sollte vollständig auf einen Bildschirm passen

Metriken

Cyclomatic Complexity (CC)

Die Cyclomatic Complexity ist die Anzahl der Ausführungspfade innerhalb einer Methode

- Methoden: Kanten - Knoten + 2
- Klassen: je nach Tool
  - Durchschnitt aller Methoden
  - Summe aller Methoden
- $15 < CC < 30$: kompliziert aber ok

```
class Class1
{
    private const SOMECNOST = 5;

    void MethodA()
    {
        if (mFieldA == SOMECONST)
        {
            DoSomething();
        }
    }
}
```

Metriken

Lack of Cohesion of Methods (LCOM)

Kohäsion einer Klasse

- $LCOM = 0$: Klasse hat keine Methoden
- $LCOM = 1$: Klasse ist zusammenhängend
- $LCOM > 1$: Klasse kann geteilt werden
  - Durchschnitt aller Methoden
  - Summe aller Methoden

```
class Class1
{
    private int mFieldA;
    private int mFieldB;

    void MethodA()
    {
        mFieldA = 1;
    }

    void MethodB()
    {
        mFieldB = 2;

    }
}
```

Metriken

Lack of Cohesion of Methods (LCOM)

Kohäsion einer Klasse

- $LCOM = 0$: Klasse hat keine Methoden
- $LCOM = 1$: Klasse ist zusammenhängend
- $LCOM > 1$: Klasse kann geteilt werden
  - Durchschnitt aller Methoden
  - Summe aller Methoden

```
class Class1
{
    private int mFieldA;
    private int mFieldB;

    void MethodA()
    {
        mFieldA = 1;
    }

    void MethodB()
    {
        mFieldB = 2;
        MethodA();
    }
}
```

Metriken

Coupling (Afferent)

Zahl der Klassen, die von dieser Klasse abhänig sind

- Nicht schlimm wenn die Klasse stabil ist (z.B.: standard Libraries)
- Hohes Coupling: Änderungen an dieser Klasse verursachen Änderungen an viele anderen Stellen

Coupling (Efferent)

Zahl der Klassen von denen die Klasse abhängig ist

- Hinweise auf eine *Gottklasse* (macht alles und muss dafür jeden kennen)

Metriken · Visual Studio

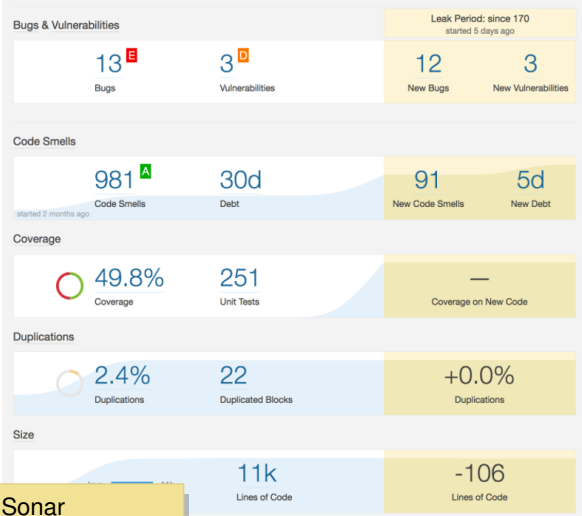
Codemetrikergebnisse

Filter: Keine | Min.: | Max.:

Hierarchie	Wartbarkeitsindex	Zyklomatische Komp...	Vererbungstiefe	Klassenkopplung	Zeilen von Quellcode	Zeilen von ausführbarem...
Irrgaerten (Debug)	84	168	3	86	1.344	398
Irrgaerten	77	33	3	47	323	80
Irrgaerten.Componentes	88	43	2	29	283	53
Irrgaerten.Rendering	75	30	2	22	195	68
Irrgaerten.Scenegraph	93	39	2	16	216	48
Component	99	5	1	5	18	2
ComponenteSystem	85	8	1	4	41	12
GameObject	82	17	1	11	95	29
GenericUpdateSystem	94	4	1	4	22	4
ISystem	100	3	0	2	6	0
Item	100	1	0	0	4	0
WorldZero	95	1	2	2	8	1
Irrgaerten.Screen	94	12	2	9	90	16
Irrgaerten.Serialization	75	1	1	5	16	4
Irrgaerten.Utils	70	10	1	18	221	129

VS → Analyze → Calculate Metrics

Metriken · SONAR



services.sopranium.de → Sonar

Metriken · Warnung

- Metriken geben *Hinweise*
- Metriken sagen nichts über die *Funktionalität* zur Laufzeit aus
- Metriken benötigen *Kontext*
- Metriken verschleiern *Details*
- Das Erreichen einer Metrik ist kein Ziel

Recurring Tasks

Qualitätssicherung

Qualitätssicherung (ab Woche 3)

Code Reviews machen um die Codequalität zu verbessern. Ergebnisse im Gruppentreffen (Sprint Review) präsentieren.

Vorgehen:

- Ein interessantes Stück Code suchen
- Code lesen und verstehen
- Verständnisprobleme und gefundene Fehler festhalten
- Verbesserungen vornehmen
- Probleme berichten

Qualitätssicherung

Qualitätssicherung (ab Woche 3)

Code Reviews machen um die Codequalität zu verbessern. Ergebnisse im Gruppentreffen (Sprint Review) präsentieren.

Vorgehen:

- Ein interessantes Stück Code suchen
- Code lesen und verstehen
- Verständnisprobleme und gefundene Fehler festhalten
- Verbesserungen vornehmen
- Probleme berichten

Ein *interessantes* Stück Code suchen:

1. Autor hat um Review gebeten und interessanten Code verfasst
2. Code ist im Sprinttreffen negativ aufgefallen
3. Sonar markiert den Code als komplex oder schwer wartbar
4. Reviewer interessiert sich für die Funktionalität (z.B.: Quadtree, A*, ...)

Qualitätssicherung

Qualitätssicherung (ab Woche 3)

Code Reviews machen um die Codequalität zu verbessern. Ergebnisse im Gruppentreffen (Sprint Review) präsentieren.

Vorgehen:

- Ein interessantes Stück Code suchen
- Code lesen und verstehen
- Verständnisprobleme und gefundene Fehler festhalten
- Verbesserungen vornehmen
- Probleme berichten

Ein *interessantes* Stück Code suchen:

1. Autor hat um Review gebeten und interessanten Code verfasst
2. Code ist im Sprinttreffen negativ aufgefallen
3. Sonar markiert den Code als komplex oder schwer wartbar
4. Reviewer interessiert sich für die Funktionalität (z.B.: Quadtree, A*, ...)

Pfadfinderregel
Verlasse den Code immer besser als Du ihn vorgefunden hast.

Qualitätssicherung

Checkliste:

- Kommentare, Commitmessages und Naming

Qualitätssicherung

Checkliste:

- Kommentare, Commitmessages und Naming

```
//recognises sopra estimate labels
re.compile("est(imate)*\s*:\s*(
?P<estimate>[0-9]+((.|,)[0-9]+){0,1}).*")
```

Qualitätssicherung

Checkliste:

- Kommentare, Commitmessages und Naming

```
//recognises sopra estimate labels
re.compile("est(imate)*\s*:\s*(
?P<estimate>[0-9]+((.|,)[0-9]+){0,1}).*")
```

```
> git blame InterestingCode.cs
a3b62bf (Tina Test [...] 1) using [...];
959f313 (Paul Probe [...] 2) [...]
[...]
959f313 (Paul Probe [...] 147) [...]
> git log -p a3b62bf1
[...] Author Tina Teststudent [...]
   Woololo
```

Qualitätssicherung

Checkliste:

- Kommentare, Commitmessages und Naming

```
//recognises sopra estimate labels
re.compile("est(imate)*\s*:\s*(
?P<estimate>[0-9]+((.|,)[0-9]+){0,1}).*")
```

```
> git blame InterestingCode.cs
a3b62bf (Tina Test [...] 1) using [...];
959f313 (Paul Probe [...] 2) [...]
[...]
959f313 (Paul Probe [...] 147) [...]
> git log -p a3b62bf1
[...] Author Tina Teststudent [...]
   Woololo
```

```
//integer of the index
private int mTheIndex;
//Max Tmp in Fl.
private int mMaxTmpInFl;
private const int DamnNumber = 42;
protected void GetLost(GameObject o)
```

Qualitätssicherung

Checkliste:

- Kommentare, Commitmessages und Naming
- Codestyle und Struktur
  - Restriktive Zugriffsmodifikatoren
  - Konstanten nicht im Quellcode (in Variablen)
  - Konsistente Benennungen (Get, Set, ...)
  - Klassenname im Singular
  - Mengen von Objekten im Plural
  - Methoden als Verb + Substantiv

```
class GameWorld{

    private const int MAX_LAYERS = 5;
    private WorldLayer[] worldLayers;

    public GameWorld(int layerCount)
        /*...*/

    public void SetLayer
        (WorldLayer layer) /*...*/

    public WorldLayer GetLayer
        (int layerNumber) /*...*/

    public List</*...*/>
        GetGameObjects() /*...*/
}
```

Qualitätssicherung

Checkliste:

- Kommentare, Commitmessages und Naming
- Codestyle und Struktur
- Funktionalität
  - Keine offensichtlichen Fehler
  - Sinnvolle Implementierung
  - Mögliche Vereinfachungen

```
protected bool PreviousResultExists()
{
  try
  {
    int resultId =
        Results[SelectedResultId - 1];
    return true;
  }
  catch
  {
    return false;
  }
}
```

```
protected bool
   PreviousResultExists() =>
       SelectedResultId > 0;
```

Qualitätssicherung

Checkliste:

- Kommentare, Commitmessages und Naming
- Codestyle und Struktur
- Funktionalität
- Clean Code Prinzipien
  - z.B.: Single Responsibility Principle
  - Wiki, Bücher, ...