

Contents

1	Entstehung und Grundgedanke	2
2	Pfeile und Kreise	4
2.1	RomanNumbers Beispiel	4
2.2	Hirarchische Datenflüsse	4
3	Grundlegende Notationen	4
3.1	Datentypen	5
3.2	Definition eigener Datentypen	5
3.3	Container / Listen	5
3.4	Arrays (auch mit fester Größe)	5
3.5	Kardinalitäten	6
3.5.1	0 bis n	6
3.5.2	0 bis 1 (optionaler Output)	6
3.6	Mehrere Inputs / Outputs	6
3.7	Joined Inputs	7
3.8	Tonnen	7
3.9	Anhängigkeiten / Provider	8
3.10	GUIs / Programmstart/ Ende	8
3.11	Klassen / Container definieren	8
4	Implementationsregeln / C# Exkurse	8
4.1	IODA Architektur	8
4.1.1	Erläuterung des Schaubildes	9
4.2	Beispiel foreach und Funktionsaufruf als negativ Beispiel. . .	11
4.3	C# Features um Datenflüsse zu implementieren	15
4.3.1	LINQ und Lambdas	15
4.3.2	yield return	15
4.4	Datenströme mit mehreren Wegen	16
4.4.1	Ein Output-Weg mehrer Empfänger	16
4.4.2	Mehrere Output-Wege	17
4.5	Weitere Beispiele was erlaubt ist und was nicht erlaubt ist. . .	17
4.5.1	Rückgabewert erwarten von Funktion als Parameter übergeben.	17
4.6	Warum macht man das? Sinn der Aufteilung. -> Ketten Bild	18
4.7	Ausnahmen	18
4.7.1	Rekursion	18
4.7.2	Integrationen	18

4.8	Tabelle - IOSP auf einen Blick	19
4.9	TODO Zusammenfassung - IODA Architektur - Tabelle	19
5	Ablauf der kompletten Flow Design - Entwurfsmethode	19
5.1	Definieren der Portale und Provider	19
5.2	Interfaceskizze (im Falle einer GUI Anwendung)	19
5.3	Flow Design Entwurf	20
5.4	Einordnen der Funktionseinheiten in bestimmte ContainerFRAGE	20
6	Rekursive Eigenschaft der Softwarezellen/ Architektur	20
7	Backlog	21
7.1	Einfaches Beispiel eines Flow Designs	21
7.1.1	Erläuterung der Notation	21
7.1.2	Finale Erklärung	22
7.1.3	Negativ Beispiel	22

1 Entstehung und Grundgedanke

Flow Design ist aus der Clean Code Development Bewegung heraus entstanden. Hauptinitiator und Erfinder ist Ralf Westphal. Ralf Westphal war auch Mitbegründer und Miterfinder der Clean Code Development Bewegung.

Clean Code Development ist eine Ansammlung aus Prinzipien, die einem helfen sollen wartbare Software zu schreiben. Wartbare bedeutet Änderungen an der Software sollen leicht zu realisieren sein und der Programmcode soll am besten auch leicht zu lesen bleiben. Prinzipien sind jedoch nicht so leicht einzuhalten, wie konkrete Regeln, welche man einfach einhalten kann. Somit ist es in der Praxis schwer die Prinzipien auf den eigenen Code anzuwenden. Flow Design soll in Ergänzung eine Methodik und Programmierregeln bieten, die man einfach befolgen kann und man erhält automatisch ein Code, der die CCD Prinzipien erfüllt.

Im Hauptfokus liegen vor allem folgende Prinzipien von CCD:

- KISS
- YAGNI
- Lose Koppelung
- Orthogonalität

Weitere Prinzipien die Beachtung find sollen:

- Separation of Concerns
- Single Responsibility Principle
- Information Hiding Principle
- Dependency Injection

Unter Flow Design versteht man zwei Dinge: Einmal das Diagramm und einmal die Komplette Entwurfsmethode, indem das Diagramm nur ein Teil davon ist.

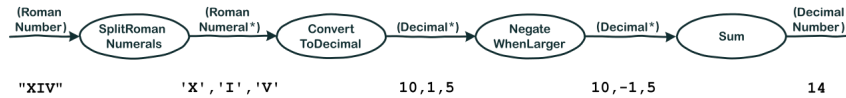
Flow Design soll im Gegensatz zu UML besser geeignet sein , bereits in der Entwurfsphase Anwendung zu finden. Ziel ist es sich auf dem Papier bereits ein Entwurf der Programmstruktur überlegen zu können. Aktuell sei es aus der Mode gekommen, vor dem Programmieren einen Entwurf zu erzeugen, was vorallem daran läge, dass die vorhandenen Entwurfsmethodiken eher hinderlich seien und einen unnötigen Overhead erzeugen (laut Ralf Westphal) Es sei somit üblich geworden die Denkearbeit, wie man seinen Code möglichst sauber strukturien kann, während dem Programmieren direkt im/vor dem Sourcecode zu verrichten. Dies sei jedoch laut Ralf Westphal eine eher ungünstige Lösung und behindere eher den kreativen Denkprozess mit unnötiger Schreibarbeit. Auf dem Papier sei man mit einer passenden Entwurfsmethodik schneller und man könne auch verschiedene Ideen schneller ausprobieren, Änderungen machen, oder auch wieder verworfen, als direkt im Sourcecode.

Es geht jedoch nicht darum den Sourcecode bis ins kleinste Detail in eine Art visuelle Programmiesprache zu pressen, sondern darum, wie man den Code am sinnvollsten in Funktionseinheiten zerlegt (die einen möglichst aussagekräftigen Namen haben sollten). Wie die Funktionalität auf unterster Ebene implementiert wird, wird auf dem Diagramm nicht berücksichtigt. Das ist jedoch keine negative Einschränkung, vielmehr ermöglicht dies, sich auf beim Entwurf nicht mit unnötigen Implementierungsdetails bechäftigen zu müssen, sonder sich auf das Große ganze - das Zusammenspiel/ Komposition der Funktionseinheiten und den Datenfluss zu konzentrieren.

Anzumerken wäre noch, dass nicht der Kontrollfluss abgebildet wird, sondern, wie erwähnt, der Datenfluss.

2 Pfeile und Kreise

2.1 RomanNumbers Beispiel



Das nachfolgende Beispiel soll an einem einfach Beispiel zeigen, was ein Flow Design Diagramm ist. Das Programm/Unterprogramm soll eine römische Zahl in eine Dezimalzahl konvertieren.

Der Input-Datenstrom besteht aus einem String. Dieser String wird zerlegt in einzelne Buchstaben. Der Buchstabenstrom wird anschließend einer Funktionseinheit gegeben, die jeden Buchstaben zu der entsprechenden Dezimalzahl konvertiert. Anschließend muss auf den Strom noch nach eine Negationsregel angewandt werden. Diese untersucht den Strom aus Ganzzahlen auf Stellen, wo eine kleinere Zahl vor einer größeren Zahl steht und sie in dem Fall dann negativ macht. Am Ende wird der Datenstrom einer Funktionseinheit übergeben, die alle Zahlen aufaddiert. Das Ergebnis ist die Summe aller Zahlen.

Die Funktionseinheiten sind im Diagramm als Kreise dargestellt, in welchen der möglichst aussagekräftige Name steht. Pfeile zeigen den Datenstrom, auf dem der Datentyp vermerkt ist. Links gehen Pfeile in die Funktionseinheit hinein, das ist der eingehende Datenstrom und rechts ist der ausgehende Datenstrom. Die Funktionseinheit wird auch als Domäne bezeichnet. Die Domäne interessiert sich nur für ihre Aufgabe und soll möglichst isoliert betrachtet ihre Aufgabe erledigen können.

2.2 Hierarchische Datenflüsse

Das Flow Design unterstützt die Funktion in eine Softwarezelle sozusagen hineinzuzoomen. Hier erkennt man die rekursive Eigenschaft der Softwarezellen. Eine Softwarezelle kann wiederum aus mehreren Softwarezellen bestehen, die zusammen die Aufgabe erledigen, die die übergeordnete Softwarezelle beschreibt.

3 Grundlegende Notationen

Bilder sind von:

http://flow-design.org/overview/implementation/#How_to_implement_inputs_to_a_functional_unit

Weitere Notationen kurz erklärt. Auch mit "Integrationen" aber noch nicht erklären, dass es ein Unterschied gibt. Provider Dreieck.

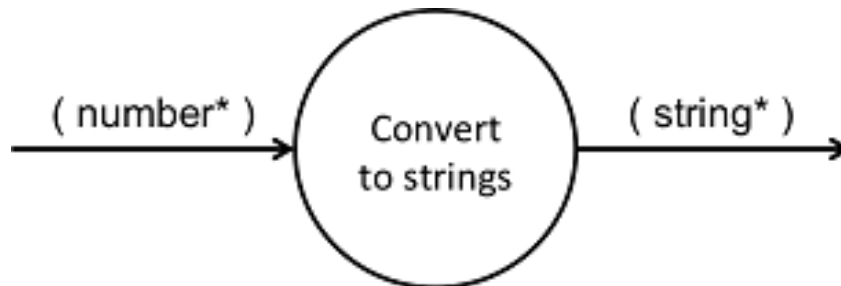
3.1 Datentypen

Falls man sowohl dem Datenstrom einen Namengeben möchte, als auch den Datentyp definieren möchte, schreibt man beides mit einem Doppelpunkt getrennt hintereinander.

3.2 Definition eigener Datentypen

Benutzt man einen Datenstrom bestehend aus einem eigenen Datentypen, so zeichnet man irgendwo auf dem Papier eine Box, indem man den Datentyp mit seinen Membervariablen auflistet.

3.3 Container / Listen



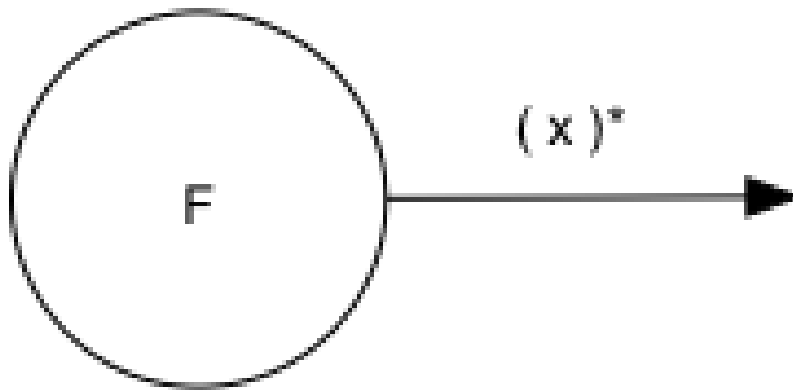
Stern innerhalb der Klammer. Der Datentyp liegt in einem Container vor. Die zu bearbeitende Daten können entweder komplett auf einmal an die Funktionseinheit gegeben werden (als Liste, Dictionary, etc.) oder aber - falls die Programmiersprache dies unterstützt - als Stream realisiert werden, wo einzelne Elemente bereits abgearbeitet werden können, bevor alle anderen Daten erzeugt wurden.

3.4 Arrays (auch mit fester Größe)

Werden Daten als Arrays mit fester Größe übergeben, so wird hinter dem Datentyp eine leere Eckige Klammer angehängt. Ist die Arraygröße bekannt, so kann man diese in die Klammer noch zusätzlich eintragen.

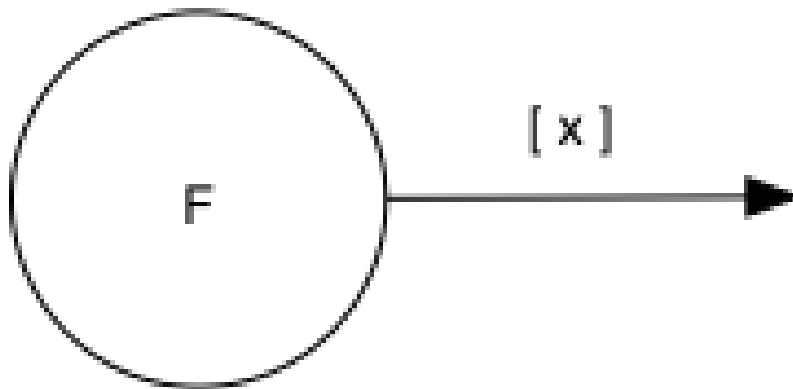
3.5 Kardinalitäten

3.5.1 0 bis n



Wird als * außerhalb der Klammer dargestellt. $(\text{int})^*$ Selten wird ein Datenstrom auch mit geschweiften Klammern dargestellt, um ihn von dem optionalen Output zu unterscheiden. $\{\text{int}\}$

3.5.2 0 bis 1 (optionaler Output)



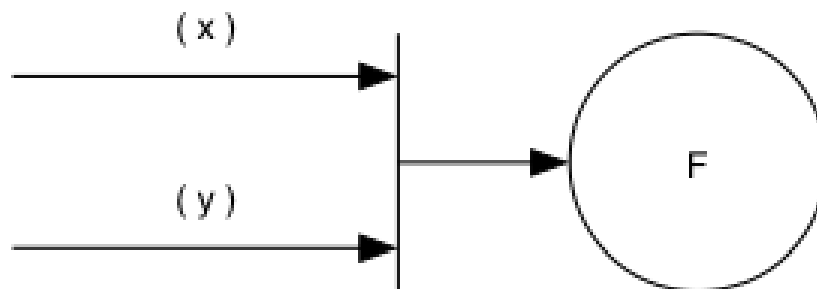
Eckige Klammer $[\text{int}]$

3.6 Mehrere Inputs / Outputs

Mehrere Inputs werden in die Klammer geschrieben und mit einem Komma getrennt. Mehrere Outputs lassen sich nicht in allen Sprachen einfach re-

alisieren. Wahlweise kann man es mit Tupel realisieren, oder man verwendet stattdessen einen eigenen Datentyp

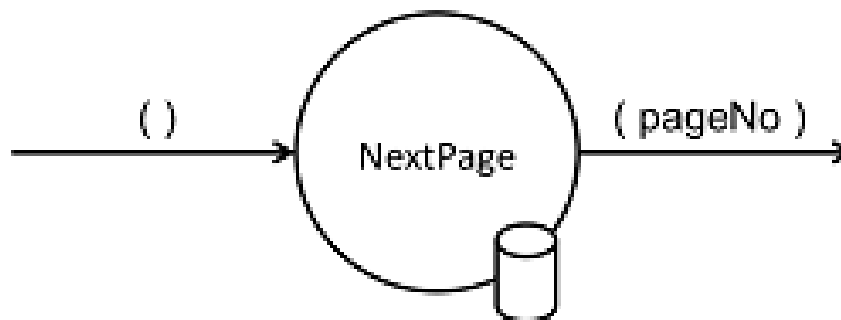
3.7 Joined Inputs



Wenn die Softwarezelle nur dann ihre Aufgabe erledigen kann, wenn mehrere ihre Inputs vorhanden sind und diese aus unterschiedliche Quellen stammen, dann braucht man ein so genannten Join. Dieser wird als Linie dargestellt an die mehrere Inputs zusammenlaufen. Im Code kann dies einfach realisiert werden, als eine Funktion, die mehrer Inputsparameter entgegennimmt.

Das Bündeln der Datenströme soll nicht die Funktion F erledigen, sondern ist Aufgabe einer übergeordneten Funktionseinheit. Die Funktionseinheit F erwartet einfach 2 Parameter und kennt deren Herkunft nicht.

3.8 Tonnen



3.9 Abhängigkeiten / Provider

3.10 GUI / Programmstart/ Ende

3.11 Klassen / Container definieren

4 Implementationsregeln / C# Exkurse

Regeln:

- Trennen von Integrationen und Operationen
- keine funktionale Abhängigkeiten in Operationen zu anderen Funktionseinheiten aus dem selben Programm fs

4.1 IODA Architektur

IODA steht für: Integration Operation Data API

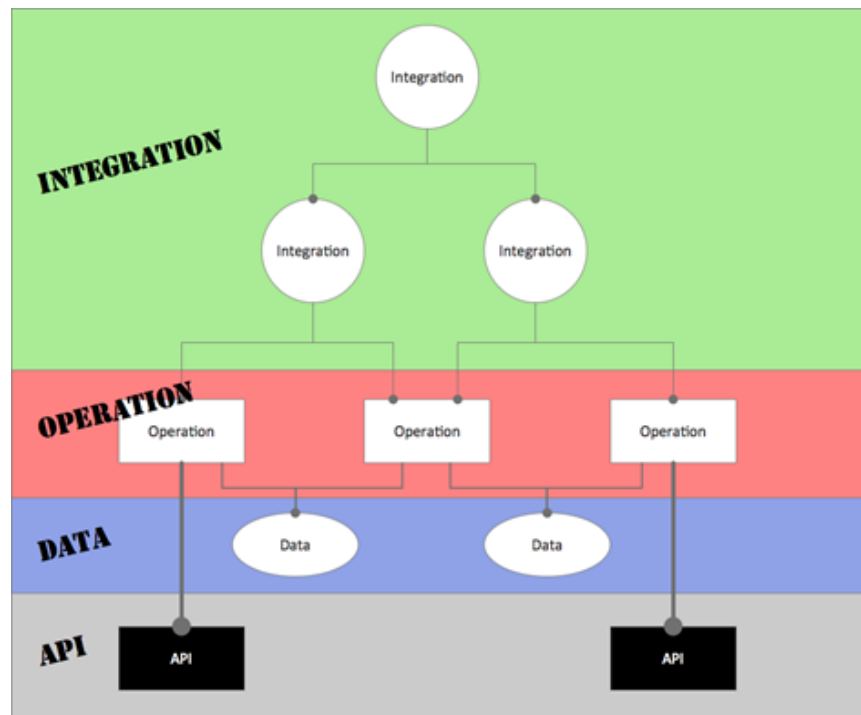


Figure 1: <http://blog.ralfw.de/2015/04/die-ioda-architektur.html>

4.1.1 Erläuterung des Schaubildes

Das Flow Design unterscheidet zwei Arten von Funktionseinheiten: Integrationen und Operationen. Die Aufgabe einer Integration ist, die unabhängigen Operationen in das große Ganze zu integrieren. (Fußnote) Ralf Westphal spielte auch mit den Gedanken diese als Funktionseinheiten als Koordinatoren oder Kompositionen zu bezeichnen.

Integrationen "integrieren" andere Integrationen und/oder Operationen in das Programm. Sie dürfen also funktional abhängig sein von beiden Arten von Funktionseinheiten.

Im Gegensatz dazu dürfen Operationen keine Integrationen oder andere Operationen kennen. Sie dürfen aber auf Daten zugreifen über diese entsteht auch die einzige Möglichkeit der Kommunikation zwischen Operationen. Mit Daten sind meint man sowohl inpersitent Daten (Daten im Arbeitsspeicher), als auch persistente Daten auf der Festplatte. Wie zum Beispiel Dateien, oder Datenbanken, wobei man beides auch zu der Gruppe API zählen könnte. Außerdem werden API-Aufrufe in Operationen isoliert und eine Integration darf kein Wissen über die API haben.

Sowohl Operationen als auch Integrativen dürfen Daten Erzeugen. Beispielsweise das Aufrufen eines Konstruktors oder Deklarieren einer lokalen Variablen. Das Koordinieren und Weiterreichen und von Daten übernimmt jedoch die Integrationen (was auf dem Schaubild nicht so gut herauskommt).

1. PoMO (Principle of Mutual Oblivion)

Ein Producer kennt seinen Consumer nicht. Ein Consumer kennt seinen Producer nicht. Das nenne ich das Principle of Mutual Oblivion (PoMO, Prinzip der gegenseitigen Nichtbeachtung) – architect napkin, Seite 80

Dieses Prinzip besagt, dass Funktionseinheiten sich nicht gegenseitig kennen sollen. Es soll auch verhindert werden, dass eine Einheit eine andere aufruft und von deren Ergebnis abhängig ist, bzw. auf das Ergebnis wartet. Eine Funktionseinheit soll, nachdem sie die Daten bearbeitet hat, sie einfach nach außen weiter reichen und nicht wissen, wer die Daten entgegennimmt. Dieses Prinzip verhindert eine Kopplung zwischen den einzelnen Funktionseinheiten.

Um jedoch ein "Zusammenspiel" zwischen den einzelnen entkoppelten Einheiten zu ermöglichen, bedarf es einen oder mehrere "Koordinatoren" welche diesem Prinzip nicht entsprechen müssen. Nur so kann

aus vielen kleinen Funktionseinheiten ein großes Ganzes werden, dass eine komplexe Aufgabe lösen kann.

Die Funktionseinheiten, die das PoMO erfüllen müssen nennt Ralf Westphal Operationen und die Koordinatoren nennt er Integrationen. Als Regel zusammengefasst nennt er dies "Integration Operation Segregation Principle" kurz IOSP.

2. IOSP (Integration Operation Segregation Principle)

Dieses Prinzip besagt, dass eine Funktioneseinheit entweder eine Operation oder eine Integration ist und beide Verantwortungsberreiche nicht vermischt werden dürfen.

(a) Operationen Operationen sind Funktionen, die Logik/ Kontrollstrukturen enthalten dürfen. In C# wären das:

- if, else
- for, foreach,
- while, do
- try, catch
- .. vollständig?
- API, Daten

Gleichzeitig müssen die Operationen das PoMO prinzip erfüllen, sie dürfen keine andere Funktionseinheiten kennen oder aufrufen und auf das Ergebnis warten. Ein Funktionsaufruf ist nur über Actions (Funktionspointer), die man als Funktionsparameter mit übergibt, oder Events möglich. Beide dürfen keine Rückgabewerte haben, was bei Actions implizit der Fall ist. Damit erfüllt die Operation weiter das PoMO, da sie nicht selbst bestimmt, welche Funktion sie aufruft, sondern die Funktion, welche die Operation aufrufen hat (und somit automatisch eine Integration sein muss, welche die PoMO Bedingung nicht erfüllen muss).

Operationen sind also imperative programmiert. Imperative Programmierung ist ein Programmierstill, mit dem Fokus auf das **wie** ein Problem gelöst werden soll. Im Gegensatz dazu steht der Deklarative Ansatz. Beim deklarativen Programmieren steht der Fokus auf das **was** getan werden soll und nicht so sehr, wie es im Detail genau angestellt wird. Ein Beispiel hierfür wären zum Beispiel SQL Befehle. Hier wird nur gesagt, was man haben

möchte und das Programm kann dann die Anfrage nochmal untersuchen und selbst bestimmen, wie es die Anfrage am besten ausführt.

(b) Integrationen

Die Integrationen werden nach Flow Design Richtlinien deklarative programmiert. Diese Funktioneneinheiten dürfen anders als die Operationen, andere Funktionen aufrufen, sie also kennen. Die Integrationen erfüllen also nicht das *Principle of Mutual Exclusion*. Der Unterschied beim Flow Design ist jedoch, dass eine bewusste Trennung eingehalten wird.

Integrationen dürfen auch auf die Terminierung einer Funktion warten und den Rückgabewert weiterreichen an andere Funktionen. Dafür dürfen sie keine Logik im Sinne von Kontrollstrukturen beinhalten.

Die Businesslogik, das was die Funktionalität erzeugt, diese befinden sich in Operationen und sind entkoppelt von ihrer Umgebung. Sie bekommen einfach nur von irgendwo her einen Input (bzw. bei keinen Inputparametern einfach ausgeführt werden) und führen damit die von ihnen implementierte Logik aus und geben das Ergebnis nach außen. Beim nach außen Reichen kennt die Funktionseinheit jedoch nicht den Empfänger.

3. Tabelle - IOSP auf einen Blick

	Operationen	Integrationen
Rechenoperationen (+, *, %, ...)	Ja	Nein
Kontrollstrukturen (if, else, while, for, foreach, ...)	Ja	Nein
try, catch	Ja	Nein(mit Ausnahmen)
API-Aufrufe (Methoden von Bibliotheken)	Ja	Nein
Ressourcen-Zugriffe (Dateien, Datenbanken etc.)	Ja	Nein
Standard Library, LINQ	Ja	Ja
Namen andere Funktion kennen	Nein	Ja
Auf Rückgabewert warten	Nein	Ja

4.2 Beispiel foreach und Funktionsaufruf als negativ Beispiel.

```
static void FormatAndPrintStrings(List<string> lines)
{
    foreach(line in lines)
```

```

    {
        string s = MyComplexFormattingFunction(line);
        Console.WriteLine(s);
    }
}

```

Derartiger Code wird wohl in den meisten C#-Codebase zu finden sein und doch ist er nach Flow Design Richtlinien falsch.

In diesem Beispiel wurde Logik (foreach) gemischt mit einem expliziten Funktionsaufruf einer Funktion. Diese Funktion ist somit nicht IOSP konform.

Es ist etwas ungewohnt, das Trennen von Integrationen und Operationen im Code auch zu berücksichtigen. Eine For-Schleife über eine Collection laufen zu lassen und jedes Element an eine Unterfunktion weiterzureichen ist etwas, was wohl viele Programmierer regelmässig so schreiben. Das so etwas nun nicht mehr erlaubt ist, braucht eine gewisse Umgewöhnungszeit.

Hier nun die Umsetzung in Flow Design mit einfachsten Mitteln.

```

static void FormatAndPrintStrings(List<string> lines)
{
    List<string> formattedStrings = MyComplexFormattingFunction(lines);
    PrintLines(formattedStrings);
}

static List<string> FormatLines(List<string> lines)
{
    List<string> result = new List<string>();
    foreach(line in lines)
    {
        string formattedstring;
        // do complex formatting here
        result.Add(formattedstring)
    }
    return result;
}

static void PrintLines(List<string> lines)
{
    foreach(line in lines)
    {

```

```

        Console.WriteLine(s);
    }
}

```

Die Funktion wurde aufgeteilt in eine Integration (`FormatAndPrintStrings`) und zwei Operationen. Im ersten Beispiel hat die Funktion zwei Aufgaben erfüllt, sie hat die Formatierung-Funktion integriert und das Ergebnis ausgegeben.

Nun sind Integration, Ausgabe und Formattierung sauber getrennt. Jedoch wurde der Code nun deutlich länger. Die Foreach-Schleife ist in beide Operationen gelandet und das Initialisieren und Befüllen der temporären Liste in `FormatLines` nimmt auch etwas Platz ein. Dazu kommt noch, dass die String-Formattierungslogik nun eingebettet in dieser Foreach-Schleife liegt, welche vorher getrennt in einer extra Funktion sich befand.

Elegantere Lösungen mit Actions

```

static void FormatAndPrintStrings(List<string> lines)
{
    IterateOverEnumeration(lines, onLine=PrintFormat );
}

static void PrintFormat(string line)
{
    var fl = MyComplexFormattingFunction(line);
    Console.WriteLine(fl);
}

static void IterateOverEnumeration(IEnumerable<string> lines, Action<string> onLine)
{
    foreach(line in lines)
    {
        onLine(line);
    }
}

```

Noch eleganter mit Actions und Lambdas

```

static void FormatAndPrintStrings(List<string> lines)
{
    IterateOverEnumeration(lines,

```

```

        line => {
            var fl = MyComplexFormattingFunction(line);
            Console.WriteLine(fl);
        });
    }

static void IterateOverEnumeration(IEnumerable<string> lines, Action<string> onLine)
{
    foreach(line in lines)
    {
        onLine(line);
    }
}

```

Elegantere Lösungen?

Es gibt zwei Möglichkeiten: Die erste Möglichkeit besteht darin, die Richtlinien etwas aufzulockern und eine Kategorie "Helfer-Funktionen" einzuführen. Diese Funktionen haben den Status von API-Funktion. Somit wäre das erste Beispiel IOSP konform und die Funktion `FormatAndPrintStrings` würde als Operation gelten. Dabei stellt sich jedoch die Frage, welche Kriterien eine Funktion erfüllen muss, damit sie unter diese Kategorie fällt, was sich als eine nicht ganz triviale Frage herausstellt.

Die zweite Möglichkeit besteht darin auf Datenfluss orientierte Sprachfeatures zu verwenden. Somit hängt diese Möglichkeit stark von der verwendeten Programmiersprache ab.

In C# existiert eine Kategorie an Methoden, die speziell auf das Arbeiten mit Datenflüssen ausgerichtet ist, diese werden zusammengefasst unter dem Namen LINQ (Language-Integrated Query).

Mit Hilfe von LINQ lässt sich obiges Beispiel zu einem IOSP konformen Einzeiler reduzieren.

```

static void FormatAndPrintStrings(List<string> lines)
{
    lines.Select( x => MyComplexFormattingFunction(x)).ForEach( x => Console.WriteLine(x));
}

```

Man könnte sich nun darüber streiten, was man nun damit gewonnen hat. Schließlich enthält die Funktion mit LINQ im Grunde genommen fast genau die selbe Logik, wie das erste Beispiel, nur mit einer anderen Schreibweise. Den Nutzen dieser Regel erschließt sich erst, bei größeren Codebasen

und kommt bei kleinen Beispielen oft nicht zum Vorschein. Erst wenn die Integrationen mehr mache, als nur eine Funktion aufrufen, wird das Entkoppeln nützlich. Außerdem ist der Fall einer Foreach-Schleife und ein Funktionsaufruf eine Koppelung, die nicht so dramatisch ist. Man könnte für diesen Fall sogar eine Ausnahme machen und sie erlauben.

Zusammenfassend könnte man noch sagen, dass eine größere Lesbarkeit von IOSP komformen Programmcode entsteht, umso mehr moderne Features eine Sprache hat (???)

4.3 C# Features um Datenflüsse zu implementieren

Um nach Flow Design Regeln zu programmieren, helfen einem in C# einige Features die in diesem Kapitel vorgestellt werden.

4.3.1 LINQ und Lambdas

4.3.2 yield return

Hiermit kann man ein Producer-Consumer Pattern implementieren. Voraussetzung ist jedoch, dass man mit Daten arbeitet, die das `IEnumerable` Interface implementieren, wie zum Beispiel die `List` Klasse.

Hier der Code von dem Beispiel weiter oben.

```
class Program
{
    static void Main()
    {
        IEnumerable<int> numbers = ReadNumbersFromCmd();
        IEnumerable<int> answer = FindTheAnswer(numbers);
        PrintNumbers(answer);
    }

    public static IEnumerable<int> ReadNumbersFromCmd()
    {
        while (true)
        {
            var line = Console.ReadLine();
            yield return int.Parse(line);
        }
    }
}
```

```

private static IEnumerable<int> FindTheAnswer(IEnumerable<int> numbers)
{
    return numbers.TakeWhile(x => x != 42);
}

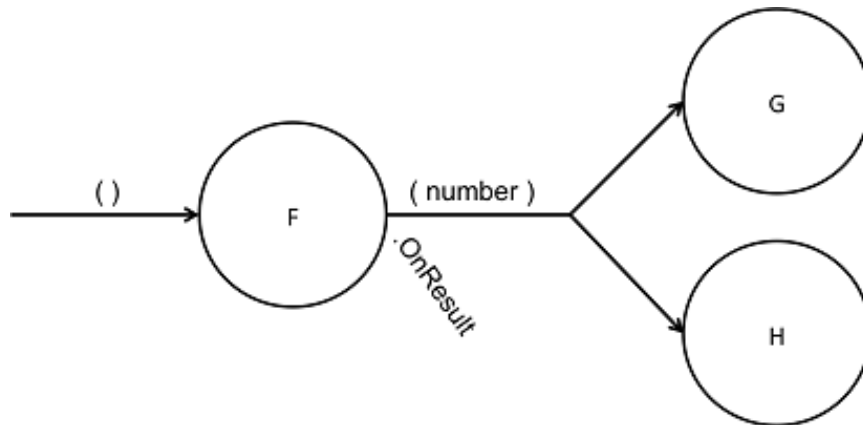
private static void PrintNumbers(IEnumerable<int> numbers)
{
    foreach (var number in numbers)
    {
        Console.WriteLine(number);
    }
}
}

```

Der Producer ist in dem Fall der `ReadNumbersFromCmd`. Dieser produziert ein endloser Stream an `int`-Daten. Es wird jedoch immer nur ein Element erzeugt und erst nachdem der Consumer das Element abgefragt hat, wird ein neues Element erzeugt. Wenn nichts mehr konsumiert wird, wird auch nichts mehr produziert. Den Abbruch der Endlosschleife (also das Stoppen des Datenflusses) kann somit auch eine andere Funktion außerhalb der Schleife übernehmen.

4.4 Datenströme mit mehreren Wegen

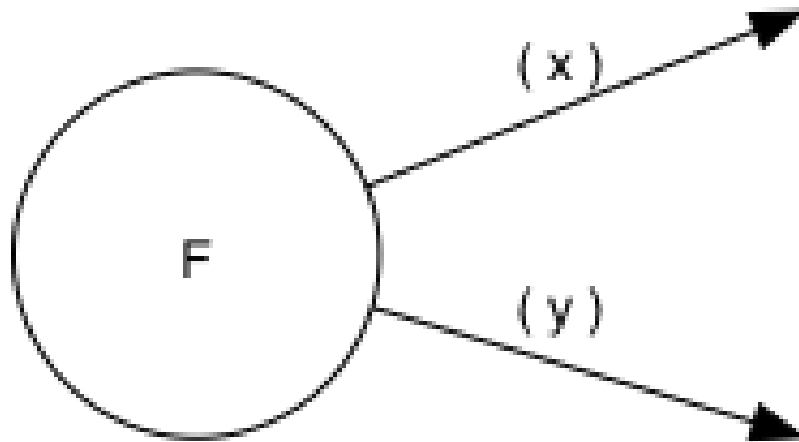
4.4.1 Ein Output-Weg mehrer Empfänger



Falls ein Output an mehrere Empfänger weitergereicht werden soll, so lässt sich das am besten mit Events realisieren. Leider bedarf es dann bei

der Benutzung der API mehr Vorsicht, da man sich vorher auf ein Events registrieren muss, bevor man die gewünschte Funktion aufrufen kann.

4.4.2 Mehrere Output-Wege



Wenn eine Funktion mehrer Output-Wege hat, so kann man das im Code nicht mehr mit einem einfachen Rückgabewert implementieren. Stattdessen braucht man entweder mehrere Events oder man gibt der Funktion mehrere Funktionspointer mit, die die Funktion aufruft.

Wäre es für eine Operation erlaubt eine andere Funktionseinheit zu kennen, dann könnten wir natürlich einfach in der Operation selbst die nachfolgenden Funktionen per Namen aufrufen. Da aber Operationen entkoppelt von ihrer Umwelt sein sollen, müssen die möglichen Outputwege über die Funktionsparameter mitgegeben werden. Somit wurden die Verantwortlichkeiten bewahrt und die übergeordnete Integration koordiniert weiter den Datenfluss und die Operation kennt keine anderen Funktionseinheiten.

1. mit und/oder Ausgabe *

4.5 Weitere Beispiele was erlaubt ist und was nicht erlaubt ist.

4.5.1 Rückgabewert erwarten von Funktion als Parameter übergeben.

In C# gibt es neben den **Actions**, die keine Rückgabewerte erlauben, auch Funktionspointer, die einen Rückgabewert erlauben. Diese werden mit `Func<Rückgabewert,Parameter>` deklariert. Die Func würde zwar das IOSP erfüllen, die Operation würde die

andere Funktion nicht kennen, jedoch würde trotzdem eine funktionale Abhängigkeiten entstehen und somit ist die untenstehende Funktion nicht Flow Design konform.

```
static List<string> FormatStrings(List<string> lines , Func<string,string> formatFunc )
{
    List<string> result = new List<string>();
    foreach(line in lines)
    {
        string formattedstring = formatFunc(line);
        result.Add(formattedstring)
    }
    return result;
}
```

- API-Aufruf, Filehandling?, Daten in Integrationen?

4.6 Warum macht man das? Sinn der Aufteilung. -> Ketten Bild

nochmal rückbesinnen auf CCD Größtes übel funktionale Abhängigkeiten. Wenn jemand seine Arbeit erst zuende machen kann, wenn ein anderer seine Arbeit getan hat.

4.7 Ausnahmen

4.7.1 Rekursion

Operationen dürfen sich selber aufrufen.

4.7.2 Integrationen

1. LINQ / Standard-Library Funktionen Manche Funktionalitäten, die die Sprache selbst bereitstellt, können streng genommen als API-Aufrufe bezeichnet werden . Jedoch gilt hier eine Ausnahme. Man darf auch in Integrationen diese Funktionalität verwenden. Beispiele aus C#: `int.TryParse` , `List<>.Sort`, `Dictionary<>.Insert`, ...
2. Try / Catch Oft braucht man auf oberster Ebene, einen Try/Catch, der alle Exceptions abfangen soll, und eine generelle Fehlerbehandlungsroutine startet. Hier bleibt einem nichts anderes übrig, als die Regel keine Logik in den Integrationen zu haben, etwas aufzuweichen.

4.8 Tabelle - IOSP auf einen Blick

	Operationen	Integrationen
Rechenoperationen (+, *, %, ...)	Ja	Nein
Kontrollstrukturen (if, else, while, for, foreach, ...)	Ja	Nein
try, catch	Ja	Nein(mit Ausnahmen)
API-Aufrufe (Methoden von Bibliotheken)	Ja	Nein
Ressourcen-Zugriffe (Dateien, Datenbanken etc.)	Ja	Nein
Standard Library, LINQ	Ja	Ja
Namen andere Funktion kennen	Nein	Ja
Auf Rückgabewert warten	Nein	Ja

4.9 TODO Zusammenfassung - IODA Architektur - Tabelle

Tabelle: Daten - Methoden in Daten-Objekte aufrufen? Darf Operation die Methode kennen? Daten - was bedeutet die eigentlich? Extra Funktionen? file open handlers? Daten - Darf Integration wirklich Kontruktor aufrufen, das sind doch daten, oder gelten nur persistente daten?

5 Ablauf der kompletten Flow Design - Entwurfsmethode

5.1 Definieren der Portale und Provider

Man zeichnet ein Kreis auf ein Papier, diese stellt die Domäne dar. Auf der linken Seite hängt man die Sachen dran, die auf die Domände zugreifen so genannte Portale, zum Beispiel HTTP-Zugriff, Batch mode, oder GUIs. Auf der anderen Seite sind die Provider, diese Stellen externe Ressourcen zur Verfügung, die die Domäne verwendet. Ziel ist es später in der Implementierung darauf zu achten, dass die "Schicht" oder "Membran", zwischen Domäne und Außenwelt möglichst dünn bleibt. Somit lässt sich die Domäne besser testen und es lassen sich leichter neue Portale und Provider anhängen.

5.2 Interfaceskizze (im Falle einer GUI Anwendung)

Man zeichnet eine einfache Skizze der GUI auf ein Papier und überlegt sich, welche Interaktionen kann der Nutzer machen. Diese Interaktionen werden dann gesammelt und für jedes wird dann ein eigenes Flow Design erstellt.

5.3 Flow Design Entwurf

Herauskristallisieren der einzelnen Funktionseinheiten und welche Daten von wo nach wo fließen.

5.4 Einordnen der Funktionseinheiten in bestimmte Container FRAGE

Mit Container meint man: Klassen, DLL, Anwendungen. Man fasst eine oder mehrere Funktionseinheiten zusammen, indem man zum Beispiel alle mit einer gestrichelten Linie einkreist oder alle die zur selben Klasse gehören farblich markiert. Der Name der Klasse notiert man dann im eingekreisten Feld oder unter jeden Funktionseinheit. :FRAGE: Manchmal wird eine Funktionseinheit selbst als Klasse implementiert? Dann kann ich sie ja nicht in eine andere Klasse schieben. :FRAGE: Schreibt man unter jeden Funktionseinheit die Klasse? endet mit Einteilen in Klassen, DLL, Anwendungen,...

Entwurf ist ein Interativer Prozess, somit wäre round trip super "Sinn des Systems SharpFlowDesign erläutern"

6 Rekursive Eigenschaft der Softwarezellen/ Architektur

Das Schöne an Flow Design und dem Konzept der Softwarezelle ist, dass sie rekursive ist. Man kann das Problem/die Anwendung ganz oben als eine Softwarezelle (oder hier der Kreis mit den Providern? ist das auch eine Softwarezelle?) verstehen, indem links Portale Zugriffe machen und rechts davon, die Softwarezelle wiederum auf ihre Provider Zugriffe macht. Die einzelnen Aktionen aus dem die Anwendung besteht können wiederum als Softwarezellen verstanden werden, auf die von links der Zugriff und der Input in die Softwarezelle hineinkommen, die Softwarezelle bearbeitet die Anfrage und rechts von ihr, kommt das Ergebnis heraus. Die Interaktion kann wiederum wieder in kleiner Teile zerlegt werden, die alle eine Softwarezelle sind, mit Inputs und Outputs. Damit ist die Architektur weniger starr, als zum Beispiel das Schichtenmodell oder das Zwiebelschalenmodell (laut Ralf Westphal).

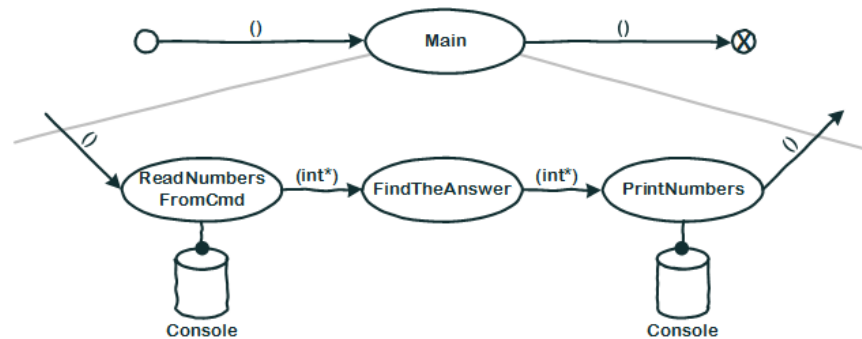


Figure 2: <http://www.code-whisperer.de/preview/2015/06/14/eva/>

7 Backlog

7.1 Einfaches Beispiel eines Flow Designs

Das Programm ist eine Konsolenanwendung, die den Benutzer eine Eingabe erlaubt. Wenn die Eingabe die Zahl 42 entspricht, wird das Programm beendet, wenn nicht, kann wieder eine Zahl eingegeben werden. Das wiederholt sich, solange bis der Benutzer die Zahl 42 eingetippt hat.

7.1.1 Erläuterung der Notation

Alle eingekreisten Namen sind Funktionseinheiten, oder auch Softwarezelle genannt. Diese werden in den meisten Fällen im Code als Funktionen implementiert. Die Pfeile zeigen den Datenstrom. Links die Inputs und rechts die Outputs. Eine leere Klammer bedeutet, dass keine Daten fließen. In diesem Fall hat die Funktion stattdessen oft eine Tonne, die anzeigt, dass die Funktionseinheit state-behaftet ist. Wenn die Tonne zusätzlich noch mit einer Linie verbunden ist, an dessen Ende ein Kreis gezeichnet ist, dann bedeutet das, dass die Funktion auf externe Ressourcen zugreift. Den Kreis kann man sich bildlich wie eine Hand vorstellen, an die sich die Funktion festhält.

Ein Stern innerhalb der Klammern der Datenströme, bedeutet, dass 0..n Daten dieses Types zwischen den Funktionseinheiten fließen können. Je nach Programmiersprache, kann man das Verhalten mit einem yield in einer Schleife realisieren, oder mit einer Liste/Array als Rückgabewert.

Die Main Funktion ruft die anderen 3 Funktionen auf, eine Funktionseinheit die andere Funktionseinheiten aufruft, werden als Integrationen bezeichnet. Die anderen 3 Methoden rufen selbst keine anderen Funktionseinheiten auf und werden Operationen genannt. Anhand einer Flow Design

Skizze, kann man leicht herausfinden, welche Funktionen Operationen sind und welche Integrationen. Alle Leaf-Knoten sind Operationen, der Rest sind Integrationen.

7.1.2 Finale Erklärung

Die Main Funktion wird nach dem Programmstart (leerer Kreis) ohne Parameter aufgerufen. Danach ruft diese die Funktion `ReadNumbersFromCmd` auf, welche aus der Konsole eine Eingabe liest und sie zu einem `int` parset. Der `int` nimmt die Main Funktion entgegen und gibt diesen an `FindtheAnswer` weiter. Diese Funktion hat die Aufgabe den entgegengenommenen `int` mit der Zahl 42 zu vergleichen. Wenn die Zahl 42 ist, wird der Datenstrom abgebrochen. Wenn es nicht die 42 war, dann wird der `int` nach außen gereicht und die Main Funktion reicht die Zahl an die `PrintNumber` Funktion weiter. `PrintNumber` gibt die Zahl in die Konsole aus. Wenn der Datenstrom abbricht, returned die Mainfunktion und das Programm wird beendet. FRAGE: Was bedeutet nochmal die Tonne, mit Hand?

7.1.3 Negativ Beispiel

```
...
static void Main()
{
    while (true)
    {
        int number = ReadNumberFromCmd();
        bool isAnswer = FindTheAnswer(number);

        if (isAnswer)
            break;
        else
            PrintNumber(number);
    }
}

static int ReadNumbersFromCmd()
{
    var line = Console.ReadLine();
    int number = int.Parse(line);
    return number;
}
```

```
}

static bool FindtheAnswer(int number)
{
    if (number == 42)
        return true;
    return false;
}
...
```