

Silverlight DFA

Eine Implementierung von DFA in Silverlight

Ragnar Bonk

Hong Phuc Bui

HTW des Saarlandes

23. September 2011

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Aufgabenbeschreibung	3
2.1	Vorbereitung	3
2.2	Animation	3
2.3	Beschreibungsdatei	3
2.4	Implementierung	5
2.5	Dokumentation	5
3	Realisierung	5
3.1	Eingabe-XML	5
3.2	Darstellen des Graphen	6
3.3	Planen und Durchführen der Animation	6
3.3.1	Verfahrensweise	6
3.3.2	Stepline und Flowing input	7
3.4	Architektur	8
4	Installation	8
5	Bedienung	8

1 Einleitung

In der Vorlesung Informationspräsentation von Herrn Prof. Dr. Kretschmer ist ein Projekt als Prüfungsleistung vorgesehen. Um diese Leistung nachzuweisen, haben wir, Hong Phuc Hobui und Ragnar Bonk, diese kleine Silverlight-Anwendung realisiert. Sie kann die Arbeitsweise beliebiger endlicher deterministischer Automaten (DEA) mit beliebiger Eingabe animieren. Das vorliegende Dokument gibt einen Überblick über die Funktionsweise und die wesentlichen Interna der Anwendung.

2 Aufgabenbeschreibung

Dieser Abschnitt beschreibt die Aufgabenstellung und somit die einzelnen Anforderungen an die Anwendung. Diese Beschreibung basiert in weiten Teilen auf der Original-Aufgabenbeschreibung von Herrn Kretschmer.

2.1 Vorbereitung

Die Silverlight-Anwendung liest aus einer XML-Datei die Beschreibung eines DFA und stellt diesen als Graph dar. Der Name der XML-Datei wird vom Benutzer angegeben. Der Benutzer kann jederzeit zu einem anderen Automaten wechseln, indem er dessen XML-Datei einliest. Der Benutzer kann ein Eingabewort eingeben und dann die Animation starten. Dies kann er beliebig oft wiederholen.

2.2 Animation

Das Eingabewort wird stets komplett angezeigt. Dabei werden aber die bereits verarbeiteten Zeichen, das aktuelle Zeichen und die noch zu verarbeitenden Zeichen optisch anders dargestellt. Der aktuelle Zustand wird optisch hervorgehoben.

Die Animation erfolgt zeichenweise wie folgt: Das aktuelle Zeichen bewegt sich aus dem Eingabewort in den aktuellen Zustand, bewegt sich „suchend“ in diesem Zustand und verlässt über einen passenden Übergang den aktuellen Zustand und bewegt sich in den Folgezustand, der dadurch zum aktuellen Zustand wird. Das Zeichen verschwindet dann. Gibt es keinen passenden Übergang, wird dies optisch signalisiert und die Animation ist beendet. Ist das Wort abgearbeitet, so wird das Ergebnis (akzeptieren oder verwerfen) schriftlich und optisch angezeigt.

2.3 Beschreibungsdatei

Die Beschreibungsdatei ist im XML-Format. Die Elemente der Beschreibungsdatei haben folgende Bedeutung:

XML-Element	Bezeichnung (deutsch)	Bedeutung
FiniteAutomaton	Endlicher Automat	Wurzelement
InputAlphabet	Eingabealphabet	Das Alphabet besteht aus den enthaltenen Symbolen.
Symbol	Symbol (Zeichen)	Der enthaltene String besteht aus einem Zeichen und ist ein Symbol des umfassenden Alphabets. Der String darf keinen Blank enthalten.
States	Zustände	Enthält genau einen Startzustand und beliebig viele sonstige Zustände, wobei es einen oder mehrere Endzustände gibt.
State	Zustand	Der String ist der Name des Zustandes. Das optionale Attribut start kann die Werte Y (yes) oder N (no) haben. Es gibt an, ob der Zustand ein Startzustand ist oder nicht. Wenn es fehlt, ist der Wert N. Das optionale Attribut accept kann die Werte Y (yes) oder N (no) haben. Es gibt an, ob der Zustand ein Endzustand ist oder nicht. Wenn es fehlt, ist der Wert N. Achtung: Ein Startzustand kann gleichzeitig Endzustand sein.
Transitions	Übergänge	Enthält beliebig viele Übergänge. Der beschriebene Automat ist deterministisch
Transition	Übergang	Das Attribut from ist der aktuelle Zustand, to ist der neue Zustand, symbol ist das aktuelle Eingabezeichen.

Beispiel einer Eingabedatei

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!-- Hopcroft/Motwani/Ullman S. 60 -->
<FiniteAutomaton>
  <InputAlphabet>
    <Symbol>0</Symbol>
    <Symbol>1</Symbol>
  </InputAlphabet>
  <States>
    <State start="Y" accept="Y">q0</State>
    <State>q1</State>
    <State>q2</State>
    <State>q3</State>
  </States>
  <Transitions>
    <Transition from="q0" symbol="0" to="q2" />
    <Transition from="q0" symbol="1" to="q1" />
    <Transition from="q1" symbol="0" to="q3" />
    <Transition from="q1" symbol="1" to="q0" />
    <Transition from="q2" symbol="0" to="q0" />
    <Transition from="q2" symbol="1" to="q3" />
    <Transition from="q3" symbol="0" to="q1" />
    <Transition from="q3" symbol="1" to="q2" />
  </Transitions>
</FiniteAutomaton>
```

2.4 Implementierung

Das Programm muss in Silverlight geschrieben sein.

2.5 Dokumentation

Es ist eine kurze (5-10 Seiten) Dokumentation anzufertigen. Diese sollte insbesondere die Architektur und Funktionsweise des Programms beschreiben. Ebenfalls sollte die Installation des Programms erläutert werden. Bei der Installation ist darauf zu achten, dass keine absoluten Pfadangaben vorausgesetzt werden.

3 Realisierung

Im ersten Moment hört es sich an, als ob die Aufgabenbeschreibung und Silverlight (in Zusammenarbeit mit Expression Blend) optimal zueinander passen würden. Während der Realisierung hat sich jedoch herausgestellt, dass es dennoch einige typische, wie z.B. Koordinaten-Umrechnung, aber auch unerwartete Hürden und Probleme gab. Wären wir erfahrene Silverlight-Entwickler, wäre das eine oder andere davon sicher eine leichte Übung gewesen. Dennoch haben wir uns den Herausforderungen gestellt und uns iterativ immer weiter an die Lösung herangearbeitet. Dieser Abschnitt zeigt einige der Probleme und deren Lösung auf.

3.1 Eingabe-XML

Bereits beim Verarbeiten des Eingabe-XML traten erste Probleme auf. Die vorgeschlagene Struktur der Eingabe-Datei als auch die restliche Aufgabenbeschreibung macht keine Angaben darüber, wie die einzelnen Knoten zu positionieren sind. Demnach hätte man eigentlich eine automatische Routine zum Positionieren der Knoten schreiben müssen. Hiermit wäre dann aber auch direkt die Anforderung verbunden gewesen, den Graphen möglichst planar zu zeichnen.

Sicherlich sind uns hierfür die Lösungsansätze aus unserem Studium bekannt, wie z.B. das topologische Sortieren. Allerdings hätte dies einen deutlichen Mehraufwand bedeutet. Deswegen wurde nach Absprache mit Herrn Kretschmer beschlossen, dass der Fokus stärker auf der Animation als auf einem automatischen Layout des Graphen liegen soll. D.h., dass das Eingabe-XML derart erweitert wird, dass die Position der einzelnen Knoten bereits dort bestimmt wird:

XML-Element	Bezeichnung (deutsch)	Bedeutung
State	Zustand	Zu den oben bereits genannten Attributen werden zwei weitere, obligatorische hinzugefügt: x und y . Sie geben die (Bildschirm-) Koordinaten des Knotens an.

Ein weiteres Problem mit dem Lesen des Eingabe-XMLs war die Validierung. Denn Eingabe-Daten müssen i.d. R. immer erst geprüft werden, bevor sie in irgendeiner Weise verwendet werden. Ausnahmen hiervon sind möglich, wenn sichergestellt ist, dass die Eingabe-Daten immer gültig sind.

Daher sollte nach ersten Plänen die Eingabe-Datei mittels XML-Schema validiert werden. Doch Nachforschungen diesbezüglich ergaben, dass Silverlight eine Schema-Validierung wohl nur serverseitig unterstützt, clientseitig ist lediglich DTD verfügbar. Und dies obwohl Silverlight selbst sehr stark auf XML-Techniken basiert.

Die Lösung hierfür war ebenfalls eine Absprache mit Herrn Kretschmer: Es wurde festgelegt, dass davon ausgegangen werden darf, dass die Eingabe-Dateien immer korrekt sind.

Der Code für das Einlesen der Eingabe-Datei liegt in der Klasse `XmlParser.cs`.

3.2 Darstellen des Graphen

An dieser Stelle traten die wohl ganz typischen Probleme der grafischen Programmierung auf: Das Umrechnen der Bildschirmkoordinaten in das kartesische Koordinatensystem.

Denn obwohl es vermeintlich so aussieht, als könne man mit Expression Blend einen DFA in ein paar Minuten zusammen klicken, dem ist nicht so: Einen Automaten hat man mit Expression Blend zwar sicherlich innerhalb dieser Zeit, dennoch wäre dieser dann hinsichtlich seiner Funktionsweise und Eingabe beschränkt.

Interessanterweise hat offenbar auch Silverlight diesbezüglich kein einheitliches und einfach zu nutzendes Konzept: In Java z.B. basieren die Methoden zum Zeichnen einer Linie auf dem Koordinatensystem des Bildschirms. Die mathematischen Grundfunktionen (wie z.B. Sinus) legen allerdings wieder das kartesische System zugrunde. Dies ist in Silverlight nicht anders.

Die Umrechnung (mathematisch gesehen) ist zwar nicht so schwierig, aber aufwändig und wir mussten nur für diesen Zweck, eigens Klassen konzipieren, implementieren und testen. Und dies nicht nur für das Positionieren der Knoten, sondern auch für das Darstellen der Pfeile der Übergänge. Also schufen wir Klassen für diese Aufgaben:

`EPoint` (in `Cartesian.cs`): Stellt einen kartesischen Punkt dar und enthält z.B. die Methoden `transformCoordinate()` bzw. `rotateCoordinate()`.

`EVector` (in `Cartesian.cs`): Stellt einen Vektor im kartesischen System mit den relevanten Methoden dar.

`LayoutComputer.cs`: Dient zum Berechnen der Knoten bzw. Kanten.

`GraphDrawer.cs`: Benutzt die von den oben genannte Klassen ermittelten Informationen um den Graphen (Automaten) zu zeichnen.

3.3 Planen und Durchführen der Animation

3.3.1 Verfahrensweise

Zunächst ist klar, dass es für jeden Knoten grundsätzliche vier verschiedene mögliche Animationen gibt:

Senden Suchen der nächsten passenden Kante für das aktuelle Eingabesymbol.

Empfangen Wenn ein Zeichen von einem anderen Knoten (über eine gültige Kante) gesendet wurde, so wird es „empfangen“. Dies wird dann dementsprechend animiert.

Akzeptieren Wenn die Eingabe komplett gelesen ist und der aktuelle Zustand ein Endzustand ist.

Verwerfen Alles Andere fällt in diese Kategorie und wird mit einer ablehnenden Animation quittiert.

Somit war die Idee für das Ausführen der Animation eigentlich, die Eingabe-Datei einzulesen, jeden Knoten (State) zu parsen, anzuzeigen und jedem Knoten für jeden dieser Fälle eine (eigene) Animation zuzuweisen. Jeder Knoten sollte dann von seinem Vorgänger benachrichtigt werden, welches Symbol gesendet wurde und sollte dann die passende Animation einem (globalen) Storyboard zuweisen. Dieses sollte dann abgespielt werden und die entsprechenden Features wie Stoppen, Spulen usw. bieten. Demnach hätte dann ein einziges Storyboard zum Abspielen der gesamten Animation für ein Eingabewort existiert. Ein Spulen innerhalb dieser Art der Wiedergabe wäre (vermutlich) problemlos möglich gewesen.

Es hat sich jedoch herausgestellt, dass pro Storyboard und Objekt nur eine Animation pro Eigenschaft registriert werden darf. D.h. dass nur eine Animationen (Veränderung) der Objekt-Eigenschaft `width` des Objektes `A` innerhalb eines Storyboards passieren darf. `width` dürfte nur erhöht oder verringert werden. Sind die Animationen auf verschiedene Eigenschaften (z.B. `x`- und danach `y`-Koordinate) verteilt, gibt es keine Probleme. Allerdings schränkt dies die Möglichkeiten stark ein: Wenn die Animation für das Senden z.B. eine Veränderung der `x`-Koordinate beinhaltet hat, so konnte die für das Empfangen diese Koordinate nicht mehr nutzen.

Unsere Lösung sieht also anders aus: Es gibt einzelne Storyboards für jede der oben genannten Animationen und jeder Knoten (`VisualNode.cs`) hat seine eigenen Instanzen davon. Außerdem bietet das Storyboard die Möglichkeit eine Callback-Funktion aufzurufen, wenn die Animation beendet ist. Dadurch kann ein Storyboard bei seinem Ende den Nachfolger starten. Dasselbe gilt im übrigen auch für die Kanten (`VisualEdge.cs`).

Nun gibt es noch eine Liste, welche die durchzuführenden Animationen beinhaltet. Diese Liste wird erstellt, in dem ein Algorithmus den Automaten passend zur Eingabe simuliert. Das Ergebnis steht also schon vor Animationsstart fest auch wenn dies nicht sichtbar geschieht. Der Algorithmus ist in der Klasse `AnimationPlanner.cs` implementiert.

3.3.2 Stepline und Flowing input

Zwei Besonderheiten sollen noch erwähnt werden. Da Kinder einen Namen brauchen, haben wir sie `Stepping` und `Flowing input` genannt.

Stepline Durch die oben verwendeten Callback-Funktionen und ein paar passende Zeilen Code ist es möglich, den Automaten zu pausieren, also die Animationsabfolge zu unterbrechen. Über das Bedienelement `Stepline` kann nun „gespult“ werden, einzelne Storyboards sind dadurch direkt wählbar. Startet man die Animation nun wieder, so wird sie ab dem selektierten Storyboard fortgesetzt.

Flowing input Dies ist die Animation der „fallenden“ Eingabesymbole, welche durch das Bedienelement `Flowing input` aktiviert werden kann. Leider gibt es hier ein paar Synchronisationsprobleme weswegen bei der Verwendungen dieser Option die `Stepline` deaktiviert ist.

3.4 Architektur

Die Anwendung folgt in weiten Teilen der Silverlight-Vorgabe, dass GUI-Elemente in XAML und der Rest in Programmcode (C#) geschrieben wird. So beherbergt die Klasse `MainPage.xaml` den Grundaufbau des Automaten. Die XAML-Definitionen für die Knoten liegen in `Visual*NodeGrid.xaml`, diejenigen für die Kanten in `VisualEdgeGrid.xaml` und die für die Eingabe (bei Verwendung von `Flowing input`) letztendlich in `VisualInputGrid.xaml`.

4 Installation

Eine Installation ist nicht erforderlich. Das Programm kann unter <http://wanderer.site50.net/SilverlightApplication6.html> mit einem Browser ausprobiert werden. Voraussetzung dafür ist aber eine Silverlight-Version $\geq 4.0.50826.0$. Der Quellcode ist ebenfalls online verfügbar und zwar unter <http://code.google.com/p/silverlight-dfa/>. Zum Öffnen des Projektes ist allerdings Microsoft Visual Studio 2010 mit Service Pack 1 (bzw. Silverlight Developer Tools 4) erforderlich.

5 Bedienung

Grundsätzlich gilt erst mal, dass Bedienelemente, deren Nutzung im aktuellen Zustand des Programmes nicht sinnvoll oder möglich ist, deaktiviert sind. Sie werden dann freigeschaltet, wenn die Bedingungen für ihre Nutzung erfüllt sind.

Nach dem Start sieht die Anwendung zunächst aus, wie in Abbildung 1. Die Anwendung hat zu diesem Zeitpunkt automatisch einen integrierten Beispielgraphen geladen.

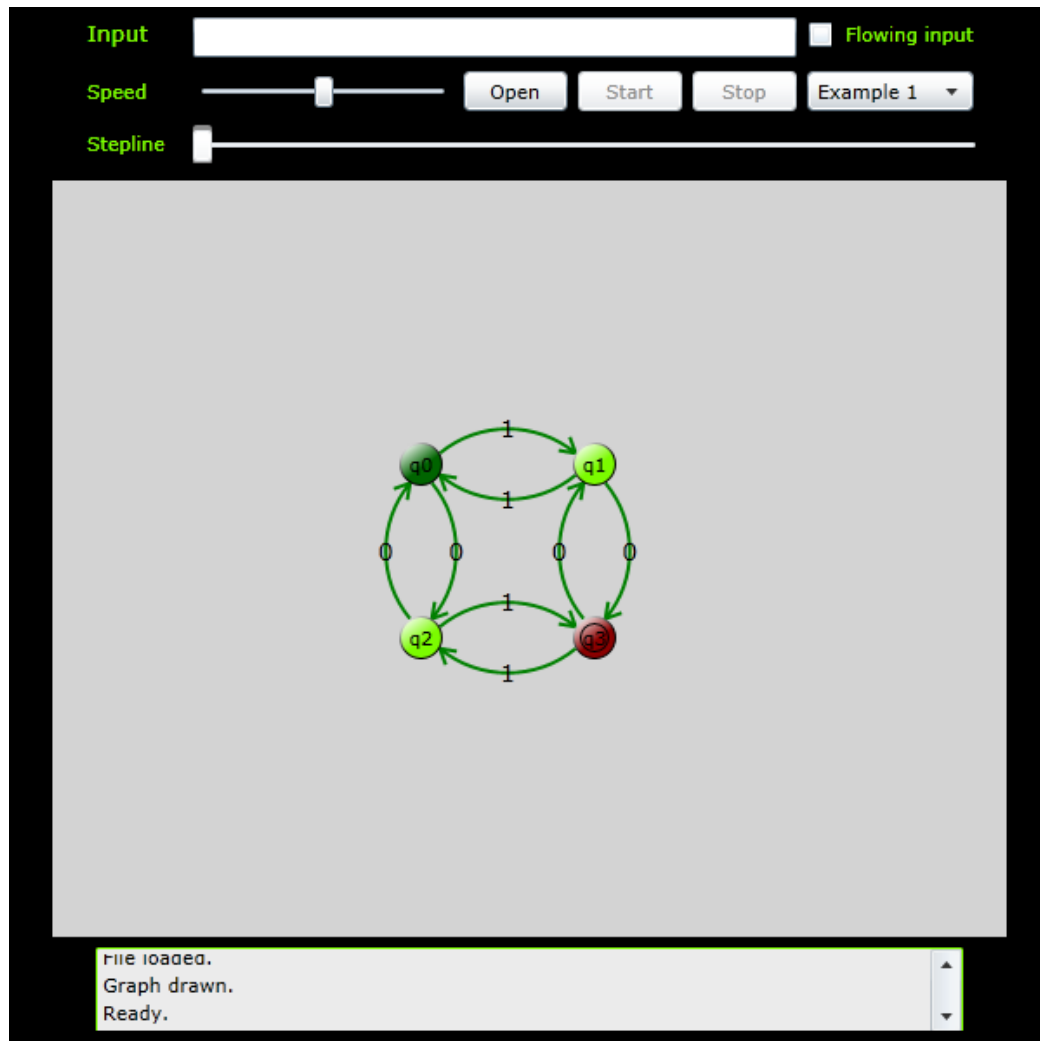


Abbildung 1: Nach dem Start der Anwendung

Um andere Graphen zu Laden gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten:

1. Im Drop-Down-Menü ganz rechts, in welchem am Anfang Example 1 ausgewählt ist, können weitere, integrierte Beispiele geladen werden.
2. Über den Open-Button können eigene Graphen aus dem lokalen Dateisystem geladen werden. Diese müssen dann das unter 2.3 beschriebene Format haben.

Hat man sich für einen Graphen entschieden, sollte zunächst überlegt werden, ob die Option Flowing input (siehe 3.3.2) verwendet werden soll. Ist dies der Fall, so sollte nun die entsprechende Checkbox aktiviert werden.

Soll die Abspielgeschwindigkeit verringert oder erhöht werden, so kann dies ebenfalls jetzt eingestellt werden.

Wurden alle Einstellungen vorgenommen, kann in das Eingabefeld (Input) nun ein Wort des Eingabealphabets eingetippt werden. Symbole, die nicht im Eingabealphabet definiert wurden, können nicht eingegeben werden.

Ein Klick auf den Start-Button bringt nun die Animation zur Ausführung.

Viele Bedienelemente sind während der Ausführung der Simulation nicht verfügbar. Soll die Animation angehalten werden, so kann der Stop-Button betätigt werden. Wurde auf die Verwendung von Flowing input verzichtet, so kann nun über die Stepline-Leiste „gespult“ werden (siehe 3.3.2). Soll Flowing input nun (de-)aktiviert werden, so muss zunächst die komplette Eingabe gelöscht werden.

Statusnachrichten der Anwendung können die ganze Zeit über in der grauen Logbox ganz unten verfolgt werden.