Betriebssystem-Entwicklung mit Literate Programming

Foliensatz 4:
LaTeX und
Literate Programming

TECHNISCHE HOCHSCHULE NÜRNBERG
GEORG SIMON OHM

Wintersemester 2015/16

Dr. Hans-Georg Eßer

h.g.esser@cs.fau.de
http://ohm.hgesser.de/

v1.1, 27.10.2014

LaTeX: Überblick (1)

- LaTeX (gespr.: La-Tech) ist eine Auszeichnungs-sprache für Dokumente, grob vergleichbar mit HTML
- Zwei wesentliche Syntax-Elemente:
  - Befehl:

    ```
    \befehl{argument1}{argument2}...
    ```

  - Umgebung:

    ```
    \begin{umgebung}
    ...
    \end{umgebung}
    ```

LaTeX: Überblick (2)

- „Hello-World“-Dokument:

```
\documentclass{article}     % versch. Klassen, z. B.
                            % book, report, letter
\begin{document}            % Anfang des Dokuments
  Hello, World.             % „body“
\end{document}              % Ende des Dokuments
```

- Überschriften

```
\section{Überschrift 1}                 % Stufe 1
Text

\subsection{Überschrift 1.1}            % Stufe 2
Test

\subsubsection{Überschrift 1.1.1}       % Stufe 3
```

LaTeX: Überblick (3)

```
% testdatei1.tex

\documentclass{article}
\usepackage[latin1]{inputenc}

\begin{document}

\tableofcontents   % Inhaltsverz.

\section{Beispiel}

Das ist ein kleines Beispiel.

\subsection{Unterabschnitt}

Mehr im Beispieldokument \dots

\subsubsection{Überschrift 1.1.1}

So geht es \emph{kursiv} und
\textbf{fett}.

\end{document}
```

```
$ pdflatex testdatei1.tex
$ pdflatex testdatei1.tex
```

→ erzeugt `testdatei1.pdf`:

Contents

1 Beispiel

Das ist ein kleines Beispiel.

1.1 Unterabschnitt

Mehr im Beispieldokument ...

1.1.1 Überschrift 1.1.1

So geht es *kursiv* und **fett**.

Vergleich LaTeX / HTML (1)

```latex
\documentclass{article}
\usepackage[latin1]{inputenc}

\begin{document}

\tableofcontents   % Inhaltsverz.

\section{Beispiel}

Das ist ein kleines Beispiel.

\subsection{Unterabschnitt}

Mehr im Beispieldokument \dots

\subsubsection{Überschrift 1.1.1}

So geht es \emph{kursiv} und
\textbf{fett}.

\end{document}
```

```html
<html>
<head><meta charset="iso-8859-1"></head>

<body>

<!-- Inhalt gibt es nicht -->

<h1>1. Beispiel</h1>

Das ist ein kleines Beispiel.

<h2>1.1 Unterabschnitt</h2>

Mehr im Beispieldokument .. .

<h3>1.1.1 Überschrift 1.1.1</h3>

So geht es <i>kursiv</i> und
<b>fett</b>.

</body>
</html>
```

Vergleich LaTeX / HTML (2)

```latex
\begin{enumerate}
  % Aufzählung (1, 2, 3...)
  \item Erster
  \item Zweiter
  \item Dritter
\end{enumerate}
```

1. Erster
2. Zweiter
3. Dritter

```latex
\begin{itemize}
  % Auflistung (Bullets)

  \item Erster
  \item Zweiter
  \item Dritter
\end{itemize}
```

- Erster
- Zweiter
- Dritter

```latex
\includegraphics[width=
  10cm]{bild.png}
```

```html
<ol>
  <!-- Ordered list -->
  <li> Erster </li>
  <li> Zweiter </li>
  <li> Dritter </li>
</ol>
```

```html
<ul>
  <!-- Unordered list,
            bullets -->
  <li> Erster </li>
  <li> Zweiter </li>
  <li> Dritter </li>
</ul>
```

```html
<img src="bild.png"
  width="100px">
```

Vergleich LaTeX / HTML (3)

```
Erster Absatz. Text im ersten
Absatz. Text im ersten Absatz.
Text im ersten Absatz. Text im
ersten Absatz. Text im ersten
Absatz. Text im ersten Absatz.
Text im ersten Absatz.

Text im zweiten Absatz. Text im
zweiten Absatz. Text im zweiten
Absatz. Text im zweiten Absatz.
Text im zweiten Absatz. Text im
zweiten Absatz.

Text im dritten Absatz. Text im
dritten Absatz. Text im dritten
Absatz. Text im dritten Absatz.
Text im dritten Absatz.

Harter Umbruch \\
Neue Zeile \\
Noch eine Zeile
```

```
<p> Erster Absatz. Text im ersten
Absatz. Text im ersten Absatz.
Text im ersten Absatz. Text im
ersten Absatz. Text im ersten
Absatz. Text im ersten Absatz.
Text im ersten Absatz. </p>

<p> Text im zweiten Absatz. Text
im zweiten Absatz. Text im zweiten
Absatz. Text im zweiten Absatz.
Text im zweiten Absatz. Text im
zweiten Absatz. </p>

<p> Text im dritten Absatz. Text
im dritten Absatz. Text im dritten
Absatz. Text im dritten Absatz.
Text im dritten Absatz. </p>

<p> Harter Umbruch <br>
Neue Zeile <br>
Noch eine Zeile</p>
```

LaTeX: Kommandos

- `pdflatex`: wandelt `tex`-Datei in `pdf`-Datei um
  → ggf. mehrfach aufrufen (z. B. für Inhalt)
  → bei Fehlern: [Eingabe] drücken
  → wiederholte Fehler: X eingeben (und [Eingabe] drücken)
- `xpdf`: PDF-Betrachter (Evince, Gnome-App)
- `bibtex`: hilft bei der Literaturverwaltung
  → verwendet `bib`-Datei
  → ggf. später mehr dazu

LaTeX: Erfolgreiche Ausführung (1)

```
ulix@ulixdevel:~/tex$ pdflatex test2.tex
This is pdfTeX, Version 3.1415926-1.40.10 (TeX Live 2009/Debian)
entering extended mode
(./test2.tex
LaTeX2e <2009/09/24>
Babel <v3.8l> and hyphenation patterns for english,
usenglishmax, dumylang, nohyphenation, loaded.
(/usr/share/texmf-texlive/tex/latex/base/article.cls
Document Class: article 2007/10/19 v1.4h Standard LaTeX document
class
(/usr/share/texmf-texlive/tex/latex/base/size10.clo))
No file test2.aux.
[1{/var/lib/texmf/fonts/map/pdftex/updmap/pdftex.map}]
(./test2.aux) )</usr/sha
re/texmf-texlive/fonts/type1/public/amsfonts/cm/cmr10.pfb>
Output written on test2.pdf (1 page, 12056 bytes).
Transcript written on test2.log.
```

LaTeX: Erfolgreiche Ausführung (2)

```
ulix@ulixdevel:~/tex$ ls -l test2.*
-rw-r--r-- 1 ulix ulix    79 13. Okt 22:39 test2.aux
-rw-r--r-- 1 ulix ulix  2488 13. Okt 22:39 test2.log
-rw-r--r-- 1 ulix ulix 32965 13. Okt 22:39 test2.pdf
-rw-r--r-- 1 ulix ulix   112 13. Okt 22:39 test2.tex
-rw-r--r-- 1 ulix ulix    53 13. Okt 22:39 test2.toc
```

- `test2.log`: Protokoll, mit Warnungen
- `test2.pdf`: Erstellte PDF-Datei
- `test2.toc`: Daten für Inhaltsverzeichnis (toc = table of contents)

LaTeX: Abbruch bei Fehler

```
ulix@ulixdevel:~/tex$ pdflatex test1.tex
This is pdfTeX, Version 3.1415926-1.40.10 (TeX Live 2009/Debian)
entering extended mode
(./test1.tex
LaTeX2e <2009/09/24>
Babel <v3.8l> and hyphenation patterns for english, usenglishmax,
dumylang, nohyphenation, loaded.
(/usr/share/texmf-texlive/tex/latex/base/article.cls
Document Class: article 2007/10/19 v1.4h Standard LaTeX document class
(/usr/share/texmf-texlive/tex/latex/base/size10.clo)) (./test1.aux)

! LaTeX Error: Environment empyhd undefined.

See the LaTeX manual or LaTeX Companion for explanation.
Type  H <return>  for immediate help.
 ...

1.4   \begin{empyhd}

? X
No pages of output.
Transcript written on test1.log.
```

Literate Programming

- Grundidee: Nicht Code kommentieren, sondern „erzählen“, wie das Programm funktioniert
- Code und Dokumentation vertauscht
- Beispiel für den Einstieg: Bubblesort

  (Original-Code von http://de.wikipedia.org/wiki/Bubblesort übernommen; nach C portiert)

Bubblesort (1): ohne Kommentare

```
void bubblesort() {
  int SIZE = 10;
  int i, j, tmp;
  for (j=SIZE; j>1; j--) {
    for (i=0; i<j-1; i++) {
      if (arr[i] > arr[i+1]) {
        tmp = arr[i+1];
        arr[i+1] = arr[i];
        arr[i] = tmp;
      }
    }
  }
}
```

Bubblesort (2): mit Kommentaren

```
// bubblesort: sort elements of an array arr[] of size SIZE
void bubblesort() {
  // declarations
  int SIZE = 10;  // size of the array
  int i, j;       // loop variables
  int tmp;        // temporary variable for swapping elements
  // outer loop
  for (j=SIZE; j>1; j--) {
    // check all neighbors in arr[0..j-1] and swap them if their
    // order is wrong
    for (i=0; i<j-1; i++) {
      if (arr[i] > arr[i+1]) {
        // swap neighbors i, i+1 (using tmp as temporary variable)
        tmp = arr[i+1];
        arr[i+1] = arr[i];
        arr[i] = tmp;
      }
    }
  }
}
```

Bubblesort als Literate Program (1)

Bubblesort: The Literate Program

To sort a field `arr[]`, we first need to initialize a `SIZE` variable and declare some local variables, such as `i` and `j` which are used as loop counters, as well as a temporary variable `tmp`:

⟨ *bubblesort: declarations* 15 ⟩≡

```
int SIZE = 10;
int i, j, tmp;
```

Bubblesort als Literate Program (2)

The main routine of the bubblesort algorithm compares each field element with its direct (right) neighbor and corrects their order if it is wrong. After doing this once the biggest element will be at the end of the list. It then repeats these steps with a smaller field (ignoring the right-most element). Thus, with each step in a loop, the unsorted array becomes one element smaller until there is nothing left to sort:

⟨ *bubblesort program* 16 ⟩≡

```
void bubblesort() {
  ⟨ bubblesort: declarations 15 ⟩
  for (j=SIZE; j>1; j--) {
    ⟨ bubblesort: check neighbors in range 0..j 17 ⟩
  }
}
```

Bubblesort als Literate Program (3)

In order to do the neighbor checks, a second loop inside the outer loop is necessary:

⟨ *bubblesort: check neighbors in range 0..j* 17 ⟩≡
```
for (i=0; i<j-1; i++) {
  if (arr[i] > arr[i+1]) {
    ⟨ bubblesort: swap elements 17 ⟩
  }
}
```

For swapping, three commands and usage of a temporary variable are necessary in a C program:

⟨ *bubblesort: swap elements* 17 ⟩≡
```
tmp = arr[i+1];
arr[i+1] = arr[i];
arr[i] = tmp;
```

Code Chunks (1)

- Elemente der Form ⟨ *name* ⟩ heißen **Code Chunks**.
- Code Chunks werden, wie Makros, an den Stellen ersetzt, wo sie auftreten, z. B.

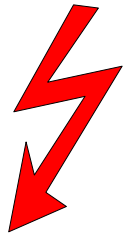
```
void bubblesort() {
  ⟨ bubblesort: declarations 15 ⟩

  for (j=SIZE; j>1; j--) {
    ...
```

```
void bubblesort() {
  int SIZE = 10;
  int i, j, tmp;
  for (j=SIZE; j>1; j--) {
    ...
```

Code Chunks (2)

- Code Chunks dürfen nicht rekursiv sein:

```
⟨ unfug 19 ⟩≡
 for (i=0; i<10; i++) {
   ⟨ unfug 19 ⟩
 }
```



- Chunk kann vor oder nach der Benutzung definiert werden
- Chunk darf auch komplett fehlen
  → verursacht nur eine Warnung

Code Chunks (3)

- Code Chunks können an mehreren Stellen definiert werden
- spätere Auftreten setzen die Definition fort

⟨ *lange definition* 20 ⟩≡

```
for (i=0; i<10; i++) {
  // erste Schleife
}
```

Text, andere Chunks, …

⟨ *lange definition* 20 ⟩+≡

```
for (i=0; i<10; i++) {
  // zweite Schleife
}
```

wird später zu:

```
for (i=0; i<10; i++) {
  // erste Schleife
}
for (i=0; i<10; i++) {
  // zweite Schleife
}
```

≡ vs. +≡ !

LaTeX und NoWeb (1)

Syntax in LaTeX-Dokumenten:

- `<<chunk name>>` für ⟨*chunk name*⟩
- Definition: `<<name>>= ... @`
- `[[variable]]` für `variable`

```
<<bubblesort program>>=
void bubblesort() {
  <<bubblesort: declarations>>
  for (j=SIZE; j>1; j--) {
    <<bubblesort: check neighbors in range 0..[[j]]>>
  }
}
@
```

LaTeX und NoWeb (2)

Komplettes Literate Program in LaTeX/NoWeb:

```
\subsubsection{Bubblesort: The Literate Program}

To sort a field, we first need to initialize a [[SIZE]] variable
and declare some local variables, such as [[i]] and [[j]] which are
used as loop counters, as well as a temporary variable [[tmp]]:

<<bubblesort: declarations>>=
int SIZE = 10;
int i, j, tmp;
@

The main routine of the bubblesort algorithm compares each field
element with its direct (right) neighbor and corrects their order
if it is wrong. After doing this once the biggest element will be
at the end of the list. It then repeats these steps with
a smaller field (ignoring the right-most element). Thus, with each
step in a loop, the unsorted array becomes one element smaller
until there is nothing left to sort:
```

LaTeX und NoWeb (3)

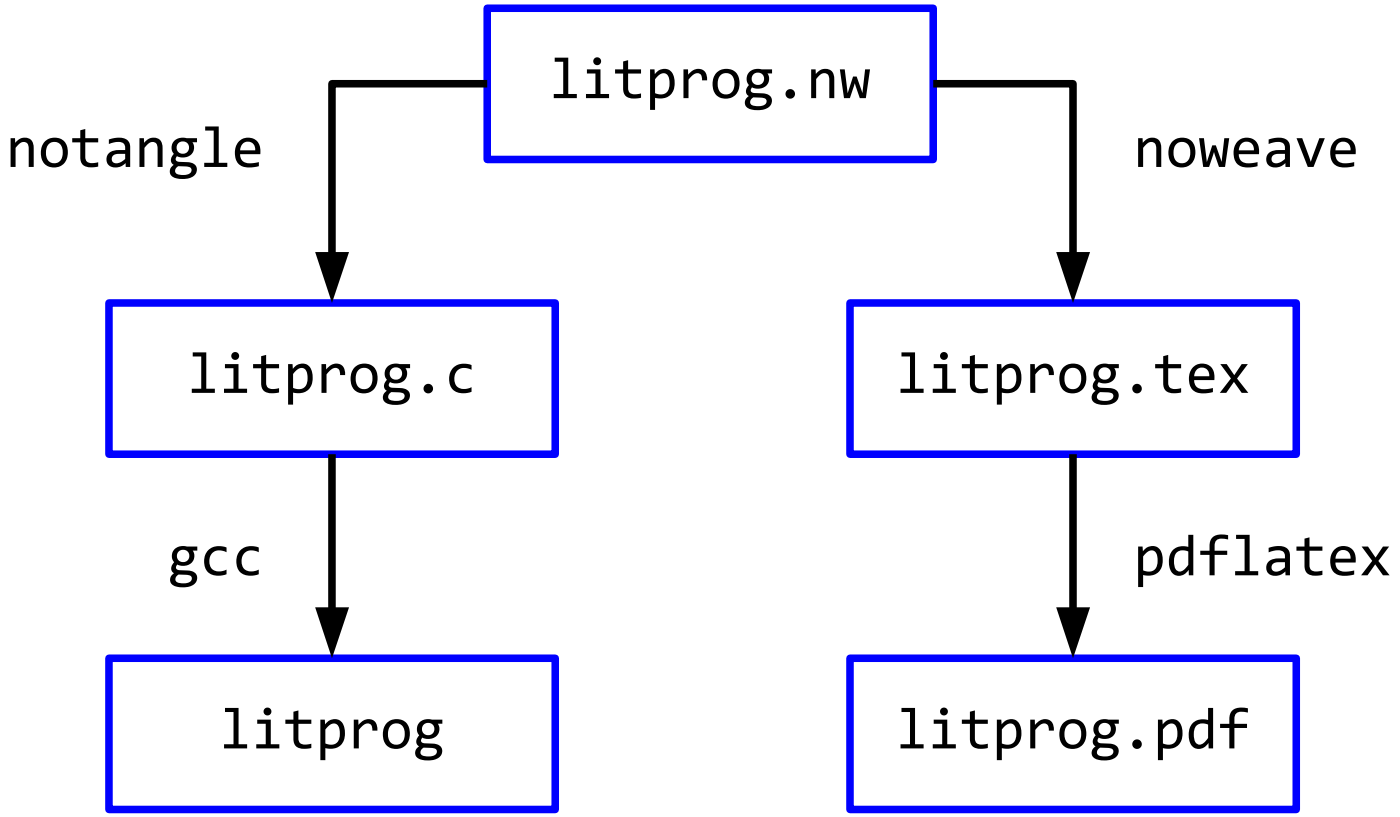
```
<<bubblesort program>>=
void bubblesort() {
  <<bubblesort: declarations>>
  for (j=SIZE; j>1; j--) {
    <<bubblesort: check neighbors in range 0..[[j]]>>
  }
}
@

In order to do the neighbor checks, a second loop inside the
outer loop is necessary:

<<bubblesort: check neighbors in range 0..[[j]]>>=
for (i=0; i<j-1; i++) {
  if (arr[i] > arr[i+1]) {
    <<bubblesort: swap elements>>
  }
}
@
```

LaTeX und NoWeb (4)

```
For swapping, three commands and usage of a temporary variable
are necessary in a C program:

<<bubblesort: swap elements>>=
tmp = arr[i+1];
arr[i+1] = arr[i];
arr[i] = tmp;
@
```

LaTeX und NoWeb (5)

- NoWeb-Tools: `noweave`, `notangle`



noweave

- Syntax von noweave:

  ```
  noweave datei.nw > datei.tex
  ```

- nw-Datei enthält immer ein vollständiges Literate Program

notangle

- Syntax von `notangle`:

  `notangle -R`*`chunkname`* `datei.nw > code.c`

- `nw`-Datei enthält viele Code Chunks – welchen Sie extrahieren wollen, legen Sie mit der Option `-R`*`chunkname`* fest.
- Zusatzoption `-L`: gibt Hinweise zu Zeilennummern in `nw`-Datei aus (für den Compiler)

Beispiel aus Ulix-Makefile

- Auszug aus `ulix/bin-build/Makefile`:

```
TEXSRC_FILE=../ulix-book.nw
TEXSRC_MODULE_FILE=../student.nw


extract:
	notangle -L -Rulix.c $(TEXSRC_FILE) > ulix.c; true
	notangle -L -Rprintf.c $(TEXSRC_FILE) > printf.c
	notangle -Rstart.asm $(TEXSRC_FILE) > start.asm
	notangle -Rulix.ld $(TEXSRC_FILE) > ulix.ld
	notangle -L -Rmodule.c $(TEXSRC_MODULE_FILE) > module.c
	notangle -L -Rmodule.h $(TEXSRC_MODULE_FILE) > module.h
```

(Zeilennummern nur für C-Dateien)

Top-down vs. bottom-up (1)

„In der Informatik bezeichnet man einen Entwicklungsprozess für Software als ***Top-down****, wenn der Entwurf mit abstrahierten Objekten beginnt, die dann konkretisiert werden; der Prozess ist* ***Bottom-up****, wenn von einzelnen Detail-Aufgaben ausgegangen wird, die zur Erledigung übergeordneter Prozesse benötigt werden.“*

(Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Top-down_und_Bottom-up)

Top-down vs. bottom-up (2)

- Literate Programming unterstützt beide Ansätze und auch Misch-Varianten
- Reihenfolge der Präsentation (der Code Chunks) legt fest, ob der Code top-down oder bottom-up entwickelt wird
- Beispiel: Betriebssystem

Top-down: Betriebssystem

- Unser Betriebssystem muss den Speicher und die Platte initialisieren und dann die Shell von Platte laden und starten:

```
<<ulix>>=
  <<initialize memory>>
  <<initialize harddisk>>
  <<load shell program from disk>>
  <<run shell>>
@
```

- Wie kann man nun den Speicher initialisieren?

```
<<initialize memory>>=
  <<check available memory>>
  <<create initial page table>>
@
```

Bottom-up: Betriebssystem

- Unser Betriebssystem muss zunächst den Speicher initialisieren; dafür braucht es eine Seitentabelle:

```
<<page table declaration>>=
typedef struct {
  unsigned int present          :  1;  //  0
  unsigned int writeable        :  1;  //  1
  ...
  unsigned int frame_addr       : 20;  // 31..12
} page_desc;

typedef struct {
   page_desc pds[1024];
} page_table;
@
```