

ADA, EINE PROGRAMMIERSPRACHE

Waldemar Pastuchov & Anna Klara Cominelli

22. Juni 2016

Wissenschaftliches Arbeiten in der Informatik 1

Referentin: Prof. Dr. Schestag



GLIEDERUNG

1. Geschichte
2. Struktur von Ada
3. Anwendungsfelder
4. Forschungsstand

1. GESCHICHTE

- Entwickelt vom amerikanischen Verteidigungsministerium
- 1974 Projektbeginn
- Mehrere Firmen entwerfen eigene Sprachen
- Sprache von Honeywell wird gewählt
- Erste standardisierte Hochsprache

ANLASS FÜR DIE ENTWICKLUNG

- Für militärische Zwecke
- Über 400 verschiedene und teilweise inkompatible Programmiersprachen
- Kriterien:

Allgemeinheit	Zuverlässigkeit
Wartbarkeit	Effizienz
Einfachheit	Implementierbarkeit
Maschinenunabhängigkeit	

GESCHICHTE DES NAMENS

- Ada Lovelace (1815 – 1852)
- Mathematikerin im 19. Jahrhundert
- Erste Programmiererin der Welt
- Erstes komplexes Computerprogramm für die *Analytical Engine*



Ada Lovelace 1836,
Gemälde von Margaret Sarah Carpenter (1793 – 1872)

Analytical Engine

Diagram for the computation by the Engine of the Numbers of Bernoulli. See Note G. (page 722 *et seq.*)

Number of Operation.	Nature of Operation.	Variables acted upon.	Variables receiving results.	Indication of change in the value on any Variable.	Statement of Results.	Data.														Working Variables.												Result Variables.			
						$1V_1$	$1V_2$	$1V_3$	$1V_4$	$1V_5$	$1V_6$	$1V_7$	$1V_8$	$1V_9$	$1V_{10}$	$1V_{11}$	$1V_{12}$	$1V_{13}$	$1V_{14}$	$1V_{15}$	$1V_{16}$	$1V_{17}$	$1V_{18}$	$1V_{19}$	$1V_{20}$	$1V_{21}$	$1V_{22}$	$1V_{23}$	$1V_{24}$	$1V_{25}$					
						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25					
1	\times	$1V_2 \times 1V_3$	$1V_6, 1V_8, 1V_9$	$\left. \begin{matrix} 1V_6 = 1V_2 \\ 1V_8 = 1V_3 \\ 1V_9 = 1V_4 \end{matrix} \right\}$	$= 2n$	...	2	n	2n	2n	2n																							
2	$-$	$1V_4 - 1V_1$	$1V_7$	$\left. \begin{matrix} 1V_7 = 1V_4 \\ 1V_8 = 1V_5 \\ 1V_9 = 1V_6 \end{matrix} \right\}$	$= 2n - 1$	1	...	...	$2n - 1$																								
3	$+$	$1V_2 + 1V_1$	$1V_3$	$\left. \begin{matrix} 1V_3 = 1V_2 \\ 1V_4 = 1V_1 \\ 1V_5 = 1V_6 \end{matrix} \right\}$	$= 2n + 1$	1	...	...	$2n + 1$																								
4	$+$	$1V_4 + 1V_1$	$1V_{11}$	$\left. \begin{matrix} 1V_{11} = 1V_4 \\ 1V_{12} = 1V_5 \\ 1V_{13} = 1V_6 \end{matrix} \right\}$	$= \frac{2n-1}{2}$	...	...	...	0	0	...	...	...	...	...															
5	$+$	$1V_{11} + 1V_2$	$1V_{11}$	$\left. \begin{matrix} 1V_{11} = 1V_2 \\ 1V_{12} = 1V_3 \\ 1V_{13} = 1V_4 \end{matrix} \right\}$	$= \frac{1}{2} \cdot \frac{2n-1}{2n+1}$	...	2	...	...	...	...	...	...	...	...												
6	$-$	$1V_{13} - 1V_{11}$	$1V_{13}$	$\left. \begin{matrix} 1V_{13} = 1V_{11} \\ 1V_{14} = 1V_{12} \\ 1V_{15} = 1V_{13} \end{matrix} \right\}$	$= -\frac{1}{2} \cdot \frac{2n-1}{2n+1} = A_0$	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...										
7	$-$	$1V_3 - 1V_1$	$1V_{10}$	$\left. \begin{matrix} 1V_{10} = 1V_3 \\ 1V_{11} = 1V_1 \\ 1V_{12} = 1V_2 \end{matrix} \right\}$	$= n - 1 (= 3)$	1	...	n	...	...	...	...	...	...	n-1																
8	$+$	$1V_2 + 1V_1$	$1V_7$	$\left. \begin{matrix} 1V_7 = 1V_2 \\ 1V_8 = 1V_3 \\ 1V_9 = 1V_4 \end{matrix} \right\}$	$= 2 + 0 = 2$	...	2	...	...	...	...	...	...	...	...												
9	$+$	$1V_2 + 1V_1$	$1V_{11}$	$\left. \begin{matrix} 1V_{11} = 1V_2 \\ 1V_{12} = 1V_3 \\ 1V_{13} = 1V_4 \end{matrix} \right\}$	$= \frac{2n}{2} = A_1$	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...										
10	\times	$1V_{11} \times 1V_{11}$	$1V_{12}$	$\left. \begin{matrix} 1V_{12} = 1V_{11} \\ 1V_{13} = 1V_{11} \\ 1V_{14} = 1V_{11} \end{matrix} \right\}$	$= B_1 \cdot \frac{2n}{2} = B_1 A_1$	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...										
11	$+$	$1V_{12} + 1V_{13}$	$1V_{13}$	$\left. \begin{matrix} 1V_{13} = 1V_{12} \\ 1V_{14} = 1V_{13} \\ 1V_{15} = 1V_{14} \end{matrix} \right\}$	$= -\frac{1}{2} \cdot \frac{2n-1}{2n+1} + B_1 \cdot \frac{2n}{2}$	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...										
12	$-$	$1V_{13} - 1V_1$	$1V_{10}$	$\left. \begin{matrix} 1V_{10} = 1V_{13} \\ 1V_{11} = 1V_1 \\ 1V_{12} = 1V_2 \end{matrix} \right\}$	$= n - 2 (= 2)$	1	...	...	...	...	...	...	...	...	n-2																
13	$-$	$1V_4 - 1V_1$	$1V_7$	$\left. \begin{matrix} 1V_7 = 1V_4 \\ 1V_8 = 1V_5 \\ 1V_9 = 1V_6 \end{matrix} \right\}$	$= 2n - 1$	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...											
14	$+$	$1V_1 + 1V_2$	$1V_7$	$\left. \begin{matrix} 1V_7 = 1V_1 \\ 1V_8 = 1V_2 \\ 1V_9 = 1V_3 \end{matrix} \right\}$	$= 2 + 1 = 3$	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...											
15	$+$	$1V_4 + 1V_1$	$1V_7$	$\left. \begin{matrix} 1V_7 = 1V_4 \\ 1V_8 = 1V_5 \\ 1V_9 = 1V_6 \end{matrix} \right\}$	$= \frac{2n-1}{3}$	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...										
16	\times	$1V_2 \times 1V_{11}$	$1V_{11}$	$\left. \begin{matrix} 1V_{11} = 1V_2 \\ 1V_{12} = 1V_3 \\ 1V_{13} = 1V_4 \end{matrix} \right\}$	$= \frac{2n}{2} \cdot \frac{2n-1}{3}$	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...										
17	$-$	$1V_4 - 1V_1$	$1V_7$	$\left. \begin{matrix} 1V_7 = 1V_4 \\ 1V_8 = 1V_5 \\ 1V_9 = 1V_6 \end{matrix} \right\}$	$= 2n - 2$	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...											
18	$+$	$1V_1 + 1V_2$	$1V_7$	$\left. \begin{matrix} 1V_7 = 1V_1 \\ 1V_8 = 1V_2 \\ 1V_9 = 1V_3 \end{matrix} \right\}$	$= 3 + 1 = 4$	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...											
19	$+$	$1V_4 + 1V_1$	$1V_7$	$\left. \begin{matrix} 1V_7 = 1V_4 \\ 1V_8 = 1V_5 \\ 1V_9 = 1V_6 \end{matrix} \right\}$	$= \frac{2n-2}{4}$	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...										
20	\times	$1V_2 \times 1V_{11}$	$1V_{11}$	$\left. \begin{matrix} 1V_{11} = 1V_2 \\ 1V_{12} = 1V_3 \\ 1V_{13} = 1V_4 \end{matrix} \right\}$	$= \frac{2n}{2} \cdot \frac{2n-1}{3} \cdot \frac{2n-2}{4} = A_2$	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...										
21	\times	$1V_{12} \times 1V_{11}$	$1V_{12}$	$\left. \begin{matrix} 1V_{12} = 1V_{11} \\ 1V_{13} = 1V_{11} \\ 1V_{14} = 1V_{11} \end{matrix} \right\}$	$= B_1 \cdot \frac{2n}{2} \cdot \frac{2n-1}{3} \cdot \frac{2n-2}{4} = B_2 A_2$	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...										
22	$+$	$1V_{12} + 1V_{13}$	$1V_{13}$	$\left. \begin{matrix} 1V_{13} = 1V_{12} \\ 1V_{14} = 1V_{13} \\ 1V_{15} = 1V_{14} \end{matrix} \right\}$	$= A_2 + B_2 A_1 + B_2 A_2$	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...										
23	$-$	$1V_{13} - 1V_1$	$1V_{10}$	$\left. \begin{matrix} 1V_{10} = 1V_{13} \\ 1V_{11} = 1V_1 \\ 1V_{12} = 1V_2 \end{matrix} \right\}$	$= n - 3 (= 1)$	1	...	...	...	...	...	...	...	...	n-3																
Here follows a repetition of Operations thirteen to twenty-three.																																			
24	$+$	$1V_{13} + 1V_2$	$1V_{10}$	$\left. \begin{matrix} 1V_{10} = 1V_{13} \\ 1V_{11} = 1V_2 \\ 1V_{12} = 1V_3 \end{matrix} \right\}$	$= B_2$	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...										
25	$+$	$1V_1 + 1V_2$	$1V_7$	$\left. \begin{matrix} 1V_7 = 1V_1 \\ 1V_8 = 1V_2 \\ 1V_9 = 1V_3 \end{matrix} \right\}$	$= n + 1 = 4 + 1 = 5$	1	...	n+1	...	...	...	...	...	...	...													
by a Variable-card.																																			
by a Variable-card.																																			

http://www.ada-lovelace-informatik.de/wp-content/uploads/2015/03/Diagram_for_the_computation_of_Bernoulli_numbers.jpg

2. STRUKTUR VON ADA

- Basiert auf Pascal und Algol
- Nicht case-sensitive
- Akzeptiert auch griechische, russische und asiatische Zeichen
- Objektorientiert
- 73 reservierte Schlüsselwörter

PRO

- In verschiedenen Bereichen anwendbar
- Lesbarkeit
- Portabilität
- Systemunabhängigkeit
- Exception Handling

CONTRA

- Komplizierte Fehlerbehandlung → schwere Unfälle (Rakete Ariane5)
- Wegen Validierung anfangs teure und wenige Compiler

ADA IM VERGLEICH MIT C++

- Dateien für Spezifikationen
- Keine main-Methode in Ada
- Package = class | struct
- Anstatt { } → Schlüsselwörter *begin, end*
- keine Datentypen

HELLO WORLD

ADA

```
with Ada.Text IO ;  
use Ada.Text IO ;  
procedure Main is  
begin  
    Put_Line ("Hello World" ) ;  
end Main ;
```

C++

```
#include <iostream>  
using namespace std;  
int main ( ) {  
    cout << "Hello World " << endl ;  
    return 0 ;  
}
```

3. ANWENDUNGSFELDER

- Eingebettete und Echtzeit-Systeme
- High recommended für sicherheitsrelevante Systeme
 - Boeing 777 → 99% der Software in Ada

Boeing 777



https://en.wikipedia.org/wiki/General_Dynamics_F-16_Fighting_Falcon#/media/File:F-16_June_2008.jpg

MILITÄRISCHE ANWENDUNG

F-16 Fighting Falcon



https://en.wikipedia.org/wiki/General_Dynamics_F-16_Fighting_Falcon#/media/File:F-16_June_2008.jpg

M109 Paladin: Automatische
Feuerkontrollsystem (AFCS)



[https://de.wikipedia.org/wiki/M109_\(Panzerhaubitze\)#/media/File:M190_houwitser.png](https://de.wikipedia.org/wiki/M109_(Panzerhaubitze)#/media/File:M190_houwitser.png)

RAUMFAHRT

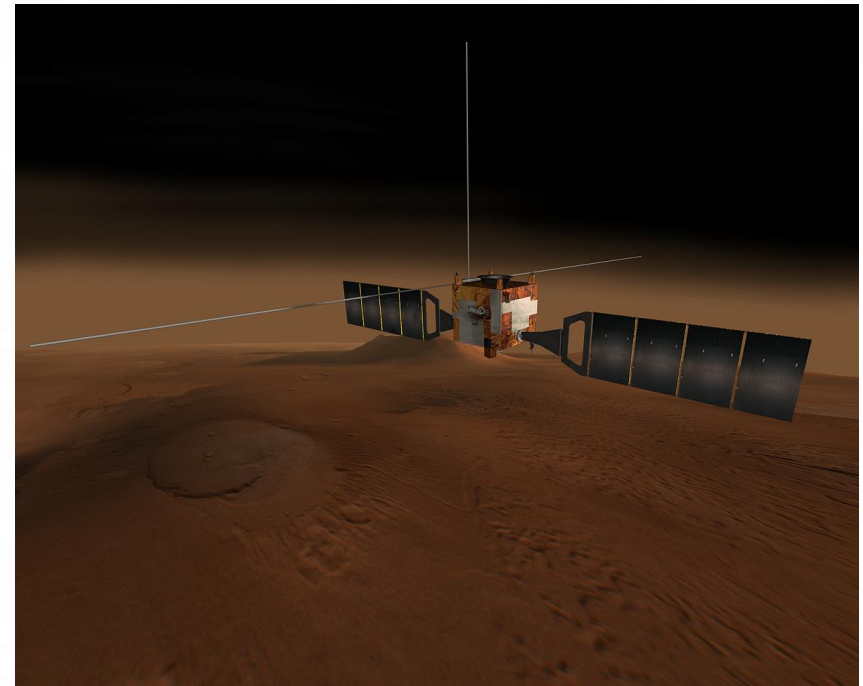
ISS: Flugsteuerung-Software



https://de.wikipedia.org/wiki/Internationale_Raumstation#/media/File:STS-133_International_Space_Station_after_undocking_5.jpg

ANNA KLARA COMINELLI & WALDEMAR PASTUCHOV

Mars Express



https://de.wikipedia.org/wiki/Mars_Express#/media/File:Mars-express-volcanoes-sm.jpg

3. Anwendungsfelder

22.06.2016

13

ZIVILE ANWENDUNG

- Ziviler Luftverkehr
- Flugverkehrsmanagement
- Schienenverkehr
- Kommunikations- und Navigationsatelliten
- Desktop Anwendungen
- Bank- und Finanz-Systeme
- Medizintechnik

Kernkraftwerk Doel, Belgien



https://en.wikipedia.org/wiki/Doel_Nuclear_Power_Station#/media/File:Centrale_nucl%C3%A9aire_de_Doel.JPG

5. FORSCHUNGSSTAND

- Heute noch angewendet
- Aktuelle Version: Ada 2012

"It's interesting that people think that Ada has gone away. In this industry, there is a technology du jour. And people assume things disappear. But especially in the Defense Department, nothing ever disappears,"

Robert Dewar, president of AdaCore und Professor der New York University.

[<https://adtmag.com/articles/2008/04/14/the-return-of-ada.aspx>]

*Danke für eure
Aufmerksamkeit*



QUELLEN

- [1] Bickenbach, J (Hrsg) (1985): Militarisierte informatik. Marbuch Verl., Marburg.
- [2] Burns, A, Wellings, AJ (2007): Concurrent and real-time programming in Ada 2005. Cambridge University Press, Cambridge, New York.
- [3] Goos, G, Persch, G, Uhl, J (1987): Programmiermethodik mit Ada. Springer, Berlin.
- [4] Kordon, F, Kermarrec, Y (Hrsg) (2009): Reliable software technologies - Ada-Europe 2009. 14th Ada-Europe International Conference on Reliable Software Technologies, Brest, France, June 8 - 12, 2009 ; proceedings. Springer, Berlin.
- [5] Ledgard, H (1983): ADA®. An Introduction. 1983. Auflage. Springer New York, New York, NY.
- [6] Michael B. Feldman, Professor Emeritus, Dept. of Computer Science: Who's Using Ada?
<https://www.seas.gwu.edu/~mfeldman/ada-project-summary.html>.
- [7] Quentin Ochem (2013): Ada for the C++ or Java Developer. 1. Auflage. AdaCore.
- [8] Wacker, H (26.12.2015): Die Programmiersprache Ada - Linksammlung und Überblick. <http://www.wackerart.de/ada.html>.
Abgerufen am 19.04.2016.

ERSATZFOLIE

- Andere Code Beispiele
- 73 Schlüsselwörter
- Ariane 5
- Compiler
- Versionen von Ada
- Anwendung

ANDERE CODE BEISPIELE: FOR-SCHLEIFE

ADA

```
for Variable in 0 . . 9 loop  
  Put.Line (Integer' Image (Variable));  
end loop;
```

C++

```
for ( int i = 0; i < 9 ; i++) {  
  cout << i << endl ;  
}
```

ANDERE CODE BEISPIELE: SWITCH CASE

ADA

```
case Variable is
when 0 => Put_Line ( "Zero " );
when 1 .. 9 =>
Put_Line ( " P o s i t i v e D i g i t " );
when 10 | 12 | 14 | 16 | 18 =>
Put_Line ( "Even Number between 10 and 18" );
when others => Put_Line ( "Something else " );
end case ;
```

C++

```
switch ( Variable ) {
case 0 : cout << "Zero " << endl ; break;
case 1 : case 2 : case 3 : case 4 : case 5 :
case 6 : case 7 : case 8 : case 9 :
cout << " Positive Digit " << endl ; break ;
case 10 : case 12 : case 14 : case 16 : case 18 :
cout << "Even Number between 10 and 18" << endl ;
break ;
default : cout << "Something else " ;
}
```

73 SCHLÜSSELWÖRTER

about	abs	abstract	accept	access	aliased	all	and	array	at
begin	body	case	constant	declare	delay	delta	digits	do	else
elsif	end	entry	exception	exit	for	function	generic	goto	if
in	interface	is	limited	loop	mod	new	not	null	of
or	others	out	overriding	package	pragma	private	procedure	protected	raise
range	record	rem	renames	requeue	return	reverse	select	separate	some
subtype	synchroniz ed	tagged	task	terminate	then	type	until	use	when
while	with	xor							

ARIANE 5

- 4. Juni 1996
- In Ada programmiert
- Fehler in Software
- Overflow nicht abgefangen
- [Ariane 5 Video](#)



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/Ariane_5ES_with_ATV_4_on_its_way_to_ELA-3.jpg

COMPILER

- Lange Validierungszeit
- Am Anfang wenige und teure Compiler
- Keine Konkurrenz
- Heute kostenlose Compiler z.B. *GNAT*

VERSIONEN

- Ada 83
- Ada 95 → erweiterbare Typen
- Ada 2005 → Standardisierungsprozess abgeschlossen, Umgang mit Zeigern
- Ada 2012

MILITÄRISCHE ANWENDUNG: AUSTRALIEN

P-3 Orion



https://en.wikipedia.org/wiki/Lockheed_P-3_Orion#/media/File:Orion.usnavy.750pix.jpg

Fregatte: Steuerungs- und Kontrollsystem



[https://en.wikipedia.org/wiki/Anzac-class_frigate#/media/File:US_Navy_100707-N-0641S-247_HMAS_Warramunga_\(FFH_152\)_departs_Joint_Base_Pearl_Harbor-Hickam_to_support_Rim_of_the_Pacific_\(RIMPAC\)_2010_exercises.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Anzac-class_frigate#/media/File:US_Navy_100707-N-0641S-247_HMAS_Warramunga_(FFH_152)_departs_Joint_Base_Pearl_Harbor-Hickam_to_support_Rim_of_the_Pacific_(RIMPAC)_2010_exercises.jpg)