

Beispiel – Java Virtual Machine

Dr.-Ing. Volkmar Sieh

Department Informatik 4
Systemsoftware
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

WS 2025/2026



„Java Virtual Machine“ (JVM): konsequentes Design für hohe JIT-Performance:

- gut spezifizierte, einfache Instruktionen, eine Adressierungsart
- leicht emulierbare Instruktionen
- kaum Exceptions (nur Div-by-Zero, NULL-Pointer)
- keine Interrupts statt dessen Multi-Threading
- keine Condition-Code-Flags
- keine MMU, keine Segmentierung, sichere Pointer
- keine berechneten Sprünge
- kein selbst-modifizierender Code



byte	short	int	long	float	double	char	reference
bipush	sipush						
		iconst	lconst	fconst	dconst		aconst
		iload	lload	float	dload		aload
		istore	lstore	fstore	dstore		astore
baload	saload	iaload	laload	float	daload	caload	aaload
bastore	sastore	iastore	lastore	fastore	dastore	castore	aastore



Java Virtual Machine – Instruktionen

byte	short	int	long	float	double	char	reference
		iinc					
		iadd	ladd	fadd	dadd		
		isub	lsub	fsub	dsub		
		imul	lmul	fmul	dmul		
		idiv	ldiv	fdiv	ddiv		
		irem	lrem	frem	drem		
		ineg	lneg	fneg	dneg		
		ishl	lshl				
		ishr	lskr				
		iuskr	lusk				
		iand	land				
		ior	lor				
		ixor	lxor				



Java Virtual Machine – Instruktionen

byte	short	int	long	float	double	char	reference
i2b	i2s		i2l	i2f	i2d		
		l2i		l2f	l2d		
		f2i	f2l		f2d		
		d2i	d2l	d2f			
			lcmp				
				fcmpl	dcmpl		
				fcmpg	dcmpg		
		ifOP					
		if_icmpOP					if_acmpOP
		ireturn	lreturn	freturn	dreturn		areturn



Java Virtual Machine – Instruktionen

new	newarray	anewarray	multianewarray	
getfield	putfield	getstatic	putstatic	
arraylength	instanceof	checkcast		
pop	pop2	dup	dup2	
dup_x1	dup2_x1	dup_x2	dup2_x2	swap
ifeq	iflt	ifle	ifne	
ifgt	ifge	ifnull	ifnonnull	
if_icmpeq	if_icmpne	if_icmplt	if_icmpgt	
if_icmple	if_icmpge	if_acmpeq	if_acmpne	
tableswitch	lookupswitch	goto	goto_w	
jsr	jsr_w	ret		
invokevirtual	invokeinterface	invokespecial	invokestatic	
athrow				
monitorenter	monitorexit			



```
// a = -(b + c);  
...  
iload_1    // push variable 1  
iload 20    // push variable 20  
iadd       // add variables  
ineg       // negate result  
istore_2    // pop as variable 2  
...
```



```
// for (i = n; i >= 0; i--) { XXX }  
  iload 4  
  istore 3  
  goto L15  
L14:  
  XXX  
  iinc 3 by -1  
L15:  
  iload 3  
  ifge L14
```



Code-Prüfung: Idee:

- Wenn eine bestimmte Code-Zeile ausgeführt wird,
 - liegen immer die gleichen Typen von Argumente auf dem Stack,
 - liegen immer die gleichen Typen in den lokalen Variablen.egal auf welchem Weg die Code-Zeile erreicht wurde.
- Es liegen die richtigen Typen von Argumenten auf dem Stack,
 - wenn eine Rechenoperation ausgeführt wird,
 - wenn ein Unterprogramm aufgerufen wird.

=> sichere Pointer, kein selbst-modifizierender Code



JVM Byte-Code wurde als

- leicht emulierbarer,
- leicht zu compilierender

Code entwickelt.

Er ist ungeeignet für Hardware! Z.B. sind

- die Garbage-Collection oder
- die Code-Prüfung

praktisch unmöglich in Hardware zu bauen.



Lizenz: GPL

Mehr Infos unter

Allgemeines: <http://java.sun.com>

JVM Interna: <http://java.sun.com/docs/books/jvms/index.html>

