

J.6 Programmierung eingebetteter Systeme

- Vorteile von C in eingebetteten Systemen:
 - leichter Zugriff auf die Hardware
 - gute Kontrolle über die verwendeten Ressourcen (Speicher, CPU)
 - ↳ effizienter Code
 - ↳ geringer Speicherbedarf
- Probleme mit C:
 - stark eingeschränkte Laufzeitüberprüfungen
 - ISO C-Standard oft nicht eindeutig
 - Verhalten ist implementationsabhängig oder undefined
 - in C kann man viele Fehler machen (v. a. Anfänger)

1 MISRA C

- 1998 von der MISRA entwickelt

(MISRA = Motor Industry Software Reliability Association)
- Richtlinien für den Gebrauch von C in sicherheitskritischen Systemen

(1998, 2004 überarbeitet)
- Regeln, die den Umgang mit bestimmten Konstrukten in C präzisieren

z. B. bei Zeigeroperationen

 - 141 Regeln (121 verbindlich, 20 empfohlen)
 - ◆ Beispiele
 - Anweisungen nach if, while, ... müssen immer in {} geklammert sein
 - spezielle Typen (z.B. uint32_t) statt der Standardtypen
- ursprünglich Automobilbereich, seit 2004 neue verallgemeinerte Version

2 Java für eingebettete Systeme?

- mögliche Vorteile:
 - objektorientiert
 - typsicher

3 Objektorientierte Programmierung

- Zusammenfassung von Funktionen und ihren Daten
 - Strukturierung
- Vorteile / Nachteile
 - + Zusammengehörendes kommt zusammen
 - + kaum noch globale Variablen
 - + höhere Abstraktion möglich
 - weniger Kontrolle über Ressourcenverbrauch
 - Werkzeuge müssen für eingebettete Systeme optimiert sein

4 Typsichere Sprachen

- Beispiele: Java, .NET-Sprachen (z. B. C#)
- Grundprinzip:
 - allen Werten ist immer ein Typ zugeordnet
 - Umwandlung in einen anderen Typ ist nicht ohne Weiteres möglich
- Umwandlung muss möglicherweise zur Laufzeit geprüft werden
 - keine Zeigeroperationen
- Automatische Speicherbereinigung möglich
- Typsystem zur Laufzeit nötig
 - meist interpretiert

4 Typsichere Sprachen (2)

■ Vorteile / Nachteile:

- mehr Ressourcenbedarf durch Laufzeitüberprüfungen
- schlechtes Laufzeitverhalten bei Interpretation
- + Interpretation ermöglicht leichte Erweiterbarkeit zur Laufzeit (dynamisches Nachladen von Klassen)
- + Typsicherheit ermöglicht die Kapselung der Anwendung ohne Hardwareunterstützung (vertrauenswürdiger Compiler!)

■ Für tief eingebettete Systeme ist Ressourcenbedarf wichtig

- starke Einschränkung der dynamischen Erweiterbarkeit
- compilieren zu statischem Programm

5 Java für eingebettete Systeme

■ Java Micro-Edition (J2ME):

schlanke JVM und angepasste Klassenbibliothek

- als J2ME/CLDC-MIDP auf den meisten Handys
- als J2ME/CDC auf einigen PDAs

■ JavaCard: stark abgespeckte JVM

- für Chipkarten

6 Modellbasiertes Design

- MDA: Model Driven Architecture
- Beschreibung der Anwendung in Form eines Modells auf einer abstrakten Ebene
- Konkretes Programm wird von einem Werkzeug erstellt
- Vorteile/Nachteile
 - + architekturunabhängig
 - + Konzentration auf die Funktionalität der Anwendung
 - +/- Detailwissen zur Implementierung in den Werkzeugen
 - Werkzeug für die Zielplattform wird benötigt
- Beispiel: Labview, Simulink

7 Familienbasierter Ansatz

- Programme haben meist eine Vielzahl von Funktionen
- Nicht immer wird alles benötigt
 - ↳ nur das auswählen was für die aktuelle Aufgabe benötigt wird
- Vorteile / Nachteile
 - + Ressourceneinsparung, da nur benötigte Funktionalität vorhanden
 - + durch Werkzeugunterstützung ist trotzdem eine komfortable Codeverwaltung möglich
 - Abhängigkeiten zwischen den Funktionen müssen erfasst und berücksichtigt werden