

Integration einer auf der Arden-Syntax basierenden Entscheidungsunterstützungskomponente in eine Telematikplattform

Geisler M¹, Bott OJ¹, Tegtbur U², Bergmann J¹, Pretschner DP¹

¹Institut für Medizinische Informatik, Technische Universität Braunschweig, Deutschland

²Abteilung für Sportphysiologie und Sportmedizin, Medizinische Hochschule Hannover, Deutschland

Gliederung

- **Einleitung**
 - Wissensbasierte Komponenten
- **Anwendung**
 - Telemedizinische Nachbetreuung Herz-/Kreislaufferkrankter
- **Arden-Syntax**
 - Aufbau und Inhalt
- **Umsetzung und Ergebnisse**
 - Integration, Komponenten, Regeln
- **Diskussion, Schlussfolgerung und Ausblick**

Medizinische Informationssysteme

Basisfunktionen

- **Information und Dokumentation**
 - Präsentation und Interpretation von Daten und Wissen
 - Erfassung und Speicherung von Daten
- **Kommunikation**
 - Informationsaustausch
- **Organisation**
 - Workflow-Unterstützung, Terminmanagement, etc.
- **Erkennen**
 - Bereitstellung integrierter, wissensverarbeitender Funktionen

Anwendungsbeispiele

Wissensbasierte Komponenten können unterschiedliche Funktionen bereitstellen

- **Warnhinweise**

- Kritische Laborwerte, fehlende Daten

- **Erinnerung**

- Fehlende Dokumentation, nächste Arbeitsschritte

- **Entscheidungsunterstützung**

- Vorschlag therapeutischer Maßnahmen, Auswahl geeigneter Medikationen

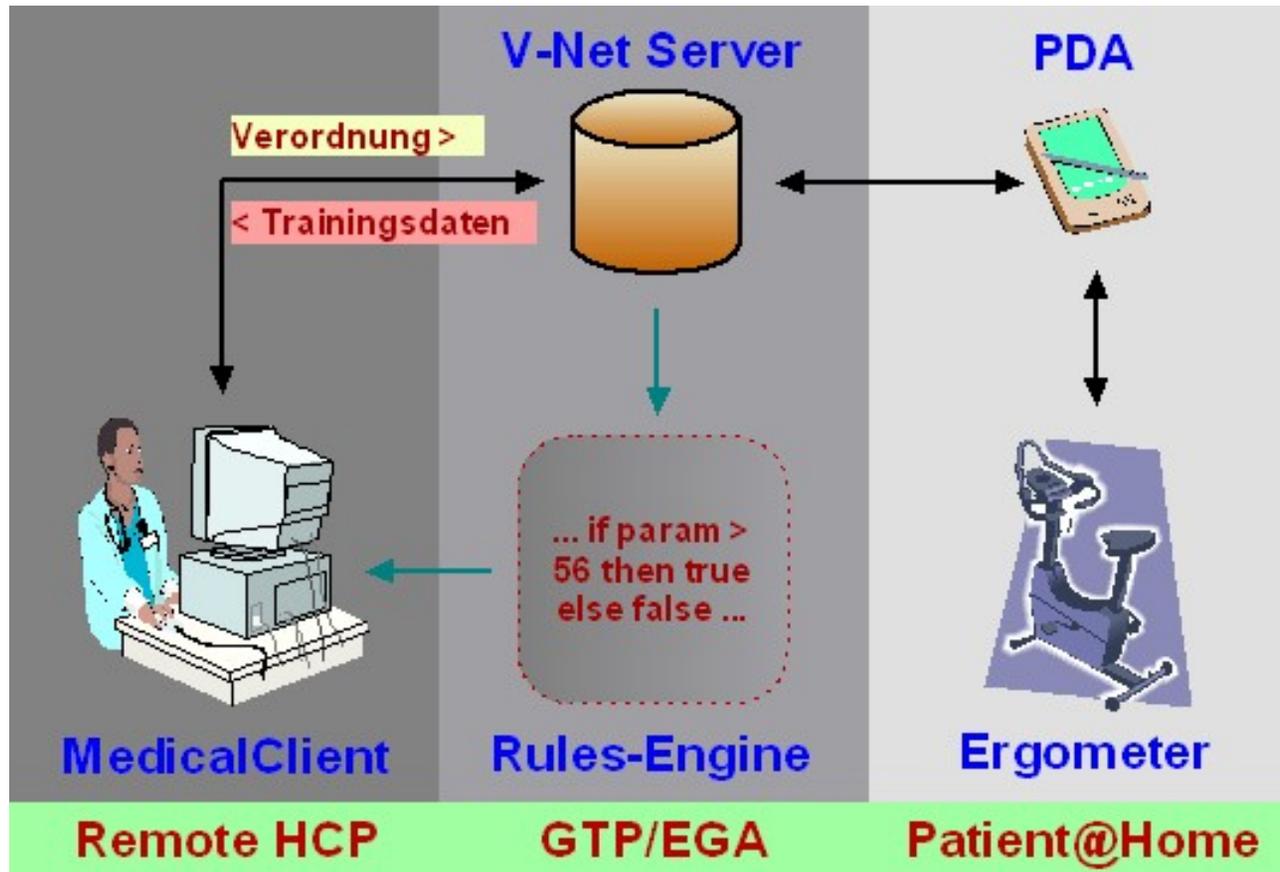
Gesundheitstelematikplattform

- **Zunehmende Vernetzung**
 - Es entstehen viele patientenbezogene Daten bei unterschiedlichen Institutionen
- **Sensorsysteme**
 - Möglichst zeitnahe Prüfung der Parameter



**Ideale Voraussetzungen für die Integration
wissensbasierter Funktionen**

Anwendungsbeispiel: Telemedizinische Nachbetreuung

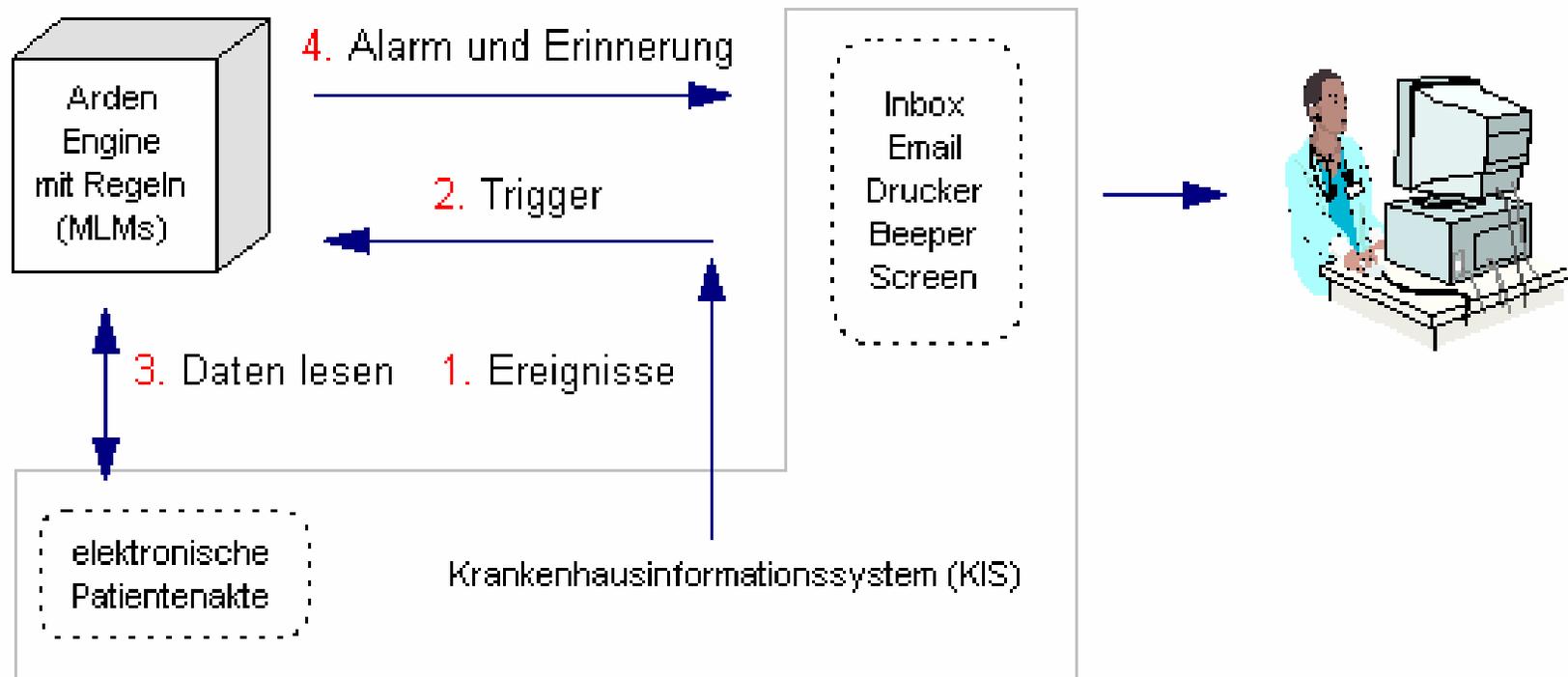


Wissen modellieren

Ansätze für die Repräsentation von medizinischen Wissen

- Prestige
- Prodigy
- PROforma
- GUIDE
- GLIF
- GLARE
- GEM
- EON
- ASGARD/ASBRU
- **Arden-Syntax (HL7)**

Regelbasierte Architektur



Medical Logic Modul (MLM)

....

knowledge:

type: data-driven;;

data:

borg := read last from {**borgScaleQuestion,borg-scale,afterquest**};

storage := event {**insert,afterquest**};

ticker := message {"**Die Abweichung des Borg Wertes ist > 8!**"};

ausgabe := destination {**screen**};

;;

evoke: storage;;

logic:

if **borg** > 8 then
 conclude true;
 endif;

;;

action:

write **ticker** at **ausgabe**;;

end:

Standard erlaubt **institusspezifischen Code**

Ablauf:

1. Bei einem bestimmten Ereignis (**evoke**)
2. Lese Daten aus Gesundheitsakte (**data**)
3. Verarbeite die gelesenen Daten (**logic**)
4. Falls Logik positiv, führe aus (**action**)

Integration

Der Zugriff zu V-Net Med erfolgt mit einem Programm, dem MedicalClient.



Funktionsintegration

Erweiterung des Clients um Unterstützungskomponente

Die Dokumente sind im CDA-Format gespeichert.



Datenintegration

Verknüpfung des institutsspezifischen Codes im dataSlot mit CDA (XML)

Datenintegration

Institusspezifischer Code im dataSlot

Aufbau:

... {Elementname, Identifier, XML Dokumenttyp} ...

```
<borgScaleQuestion id="borg-scale" value="5">
```



```
{borgScaleQuestion, borg-scale, postTrainingQuestionnaire}
```

Funktionsintegration

Arden-Engine

The screenshot displays the 'Decision Support System' window with the 'Medical Logic Modul' active. The main text area shows the compiled rule code, including comments in German and maintenance/library metadata. A right-hand pane titled '-Compiler says' displays the compilation status and a table of rule metadata.

```

*****
* Notizen:
*
* Es werden die RR Abstände betrachtet. Nach einer Filterung
* Arrhythmien gezählt. Bei mehr als 5 Arrhythmien wird das ML
* werden Parameter der Herzratenvariabilität (HRV) berechnet
* integriert.
*
* @Parameter:
*
* r-MMSD (ms): Quadratwurzel des quadratischen Mittelwertes
* SDNN (ms): Standardabweichung aller RR-Intervalle
* SD1 (ms): Standardabweichung der orthogonalen Abstände zur
* SD2 (ms): Standardabweichung der orthogonalen Abstände zur
* MEAN (ms): Mittelwert aller RR-Intervalle
* NN50 (Anzahl): Anzahl der RR-Differenzen > 50 ms
* pNN50 (%): Prozentsatz der Intervalle mit > 50 ms Abweichung
* BPM (Anzahl): durchschnittliche Herzfrequenz
*
*****

maintenance:
  title: Extrasystolen;;
  filename: extrasystolen;;
  arden: Version 2.1;;
  version: 1.0;;
  institution: UMI TU-Braunschweig;;
  author: Mirko Geisler;;
  specialist: Uwe Tegtbur;;
  date: 2006-08-31T20:00:00Z;;
  validation: testing;;

library:
  purpose: Bei mehr als 5 Arrhythmien wird das MLM aktiv
  explanation: Ermittelt Arrhythmien und HRV-Parameter au
  keywords: Herzratenvariabilitaet, HRV;;
  citations: ;;
  links:
    URL "Alles ueber Herzratenvariabilitaet", 'http://www.
    URL "Polar Deutschland", 'http://www.polar-deutschland
  
```

-Compiler says
MLM Syntax Correct, but MLM in this version still exists in Database!

Title
Extrasystolen
Mlmlname
extrasystolen
Version
1.0
Explanation:
Ermittelt Arrhythmien und HRV-Paranter aus den Schlag zu Schlag Abstaenden.

Compile MLM

Funktionsintegration

...

knowledge:**type:** data-driven;;**data:**

let var_evoke be event {insert,bikerresult};

let kurznachricht be message {„Auff..“};

ziel := destination {screen};

abstaende := read last {variability,,bikerresult};

rrfunction := interface {rr};

;;

evoke: var_evoke;;**logic:**

rr_result := call rrfunction with abstaende;

if exist rr_result then conclude true;

endif;

;;

action: write kurznachricht at ziel;;

end:

Arden-Compiler

Auszug Arden 2.1 - Java Übersetzung:

...

if (rr_result) {

rrfunction.write(vname,nname,patid,kurzn
achricht,ziel,rr_result);

} else {

rrfunction.shutdown(); }

Funktionsintegration

Arden-Reminder

TIME	M
2006-08-24 16:25:40.0	Leistung weicht
2006-08-24 16:24:28.0	Leistung weicht
2006-08-24 16:22:56.0	Leistung weicht
2006-08-24 16:21:23.0	Leistung weicht
2006-08-24 16:19:53.0	Leistung weicht
2006-08-24 16:17:59.0	Leistung weicht
2006-08-24 16:15:19.0	Leistung weicht
2006-08-24 16:13:43.0	Leistung weicht
2006-08-24 16:11:06.0	Leistung weicht
2006-08-24 16:08:37.0	Leistung weicht
2006-02-03 13:20:03.0	Leistung weicht
2006-01-28 14:32:15.0	Leistung weicht
2006-03-01 18:24:25.0	Auffaellig viele
2006-02-28 18:20:07.0	Auffaellig viele
2006-02-27 16:18:41.0	Auffaellig viele
2006-02-25 20:11:16.0	Auffaellig viele
2006-02-22 19:41:01.0	Auffaellig viele
2006-02-19 18:49:20.0	Auffaellig viele
2006-02-09 18:38:04.0	Auffaellig viele
2006-02-06 20:49:56.0	Auffaellig viele
2006-02-05 18:18:11.0	Auffaellig viele
2006-02-02 20:01:26.0	Auffaellig viele
2006-02-01 19:35:10.0	Auffaellig viele
2006-02-01 19:29:24.0	Auffaellig viele
2006-01-31 18:56:43.0	Auffaellig viele
2006-01-25 15:36:02.0	Auffaellig viele
2006-03-01 18:24:25.0	Der Grenzwert
2006-02-28 18:20:07.0	Der Grenzwert
2006-02-27 16:18:41.0	Der Grenzwert
2006-02-25 20:11:16.0	Der Grenzwert
2006-02-24 18:52:29.0	Der Grenzwert
2006-02-23 19:45:09.0	Der Grenzwert
2006-02-22 19:41:01.0	Der Grenzwert
2006-02-16 19:52:03.0	Der Grenzwert

Details für Eintrag 137

Nachricht für Patient(in) Vorname Patient 2,Nachname Patient 2 (11375048838...

Training vom 2006-03-01 18:24:25.0

Zulässiger Grenzwert für den Puls: 95
Der Grenzwert wird überschritten, erreichte Watt:

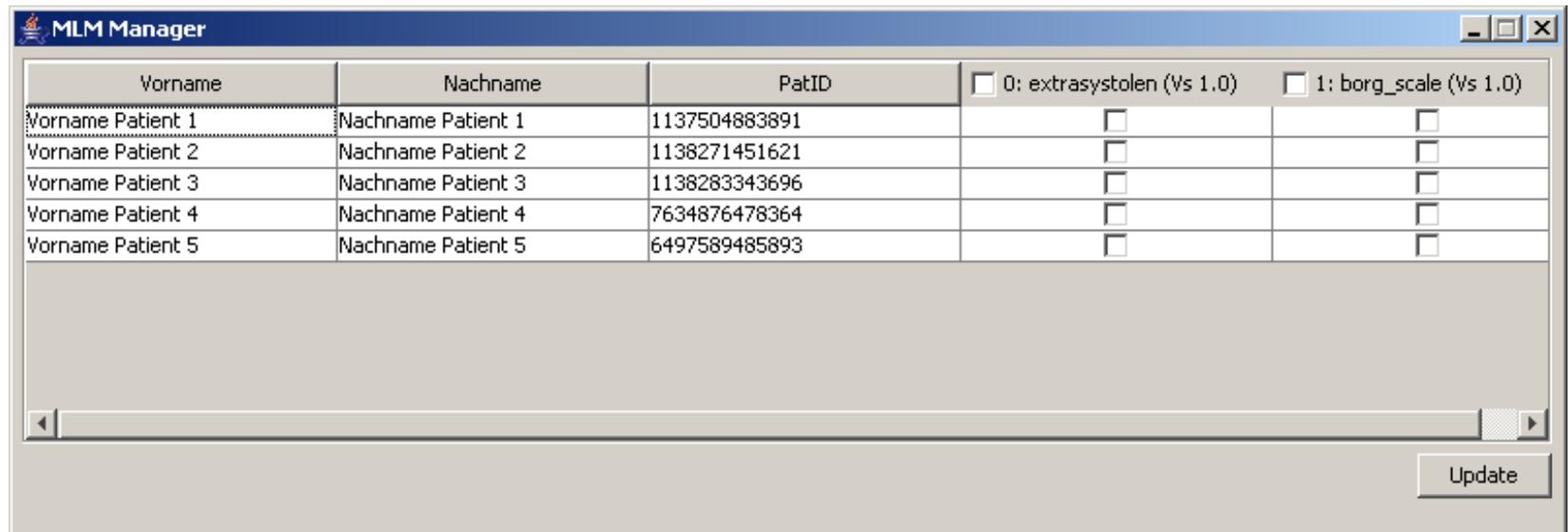
Leistung: 85 Watt bei Puls 96
Leistung: 85 Watt bei Puls 96
Leistung: 85 Watt bei Puls 96

Bewertung: Nachricht löschen Nachricht gelesen

Kommentar:

Funktionsintegration

Arden-Manager



The screenshot shows a window titled "MLM Manager" with a table of patient data. The table has five columns: "Vorname", "Nachname", "PatID", and two checkboxes for "0: extrasystolen (Vs 1.0)" and "1: borg_scale (Vs 1.0)". The data rows are as follows:

Vorname	Nachname	PatID	<input type="checkbox"/> 0: extrasystolen (Vs 1.0)	<input type="checkbox"/> 1: borg_scale (Vs 1.0)
Vorname Patient 1	Nachname Patient 1	1137504883891	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vorname Patient 2	Nachname Patient 2	1138271451621	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vorname Patient 3	Nachname Patient 3	1138283343696	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vorname Patient 4	Nachname Patient 4	7634876478364	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vorname Patient 5	Nachname Patient 5	6497589485893	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Below the table is a horizontal scrollbar and an "Update" button in the bottom right corner.

Beispiele für 4 MLMs

Überwachung des Patientenstatus

- 1) Extrasystolen anhand der RR-Abstände erkennen.
 - extrasystolen
- 2) Die aktuelle Leistung in Watt weicht um 20 % vom Mittelwert ab. Wie hoch ist die Herzfrequenz?
 - avgWatt
- 3) Der Grenzwert der Pulsvorgabe wird überschritten. Wie hoch ist die Leistung in Watt?
 - grenzePuls
- 4) Der Grenzwert für die Leistung in Watt wird überschritten. Wie hoch ist die Herzfrequenz?
 - grenzeWatt

Auswertung

Meldungsaufkommen (3 Patienten):

# Datensätze	extrasystolen	avgWatt	grenzePuls	grenzeWatt	
33	14		Extrasystolen	Keine Extrasystolen	
34	19	Test positiv	104	16	120
13	10	Test negativ	60	0	60
			164	16	180

Bewertung:

- Alle 4 MLMs wurden vom klinischen Experten inhaltlich geprüft
- **extrasystolen**: Sensitivität: 0.63, Relevanz: 0.86
- **grenzePuls** und **grenzeWatt** liefern 100% korrekte Daten (Status research)
- **avgWatt** und **extrasystolen** werden überarbeitet (Status testing)

Diskussion und Schlussfolgerung

- Arden-Engine prototypisch in Java entwickelt und in eine eHealth-Infrastruktur integriert
- "Verständliche" Programmierung von Regeln (i.W. if else Konstrukte) zur Überwachung von Parametern
- Datenintegration über CDA
- Automatische Nachrichtengenerierung bei besonderen Ereignissen (offen: Eskalation)
- Arbeitserleichterung insb. bei großen Datenmengen (RR-Zeitreihe bis zu 3000 Zeilen)
- Wichtig: Validierung der Module und Integration in den Arbeitsablauf

Ausblick

- Entwicklung weiterer MLMs und Integration in Systemumgebung
- Weiterentwicklung/Optimierung des Arden-Compilers
- Editor für das Erstellen von Wissensmodulen
- Geschwindigkeitsoptimierungen
- Arden-Engine als Server-Dienst
- Arden-Syntax 3.0 in XML bietet Spielraum für weitere Entwicklungen
- Lernfähigkeit der Module durch Nachrichtenbewertung