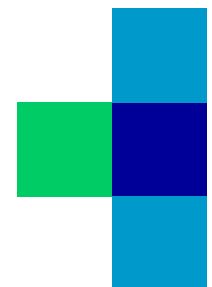


GMDS - ConHIT Satellitenworkshop - 18.4.2016

Stefan Kraus

Arden Syntax als Standard für klinische Entscheidungsunterstützung – aktuelle Entwicklungen und Forschungsarbeiten

Lehrstuhl für medizinische Informatik
Wetterkreuz 13, 91058 Erlangen



Inhalte dieses Vortrags

- Wichtige Meilensteine der Arden Syntax
- Einsatz jenseits des "bestimmungsgemäßen Gebrauchs" am UK Erlangen
- Geplante Arbeiten zur Weiterentwicklung des Standards



Arden Syntax for Medical Logic Systems



Arden Syntax – Was ist das überhaupt?

- Standard für Wissensmodule (MLMs), Event Monitoring
- MLMs "lauschen" auf klinische Ereignisse und prüfen, ob eine Aktion nötig ist (z.B. SMS an den Arzt)
- Strukturierter Aufbau (Kategorien + Slots), eigene Programmiersprache

LOGIC:

```
IF glucose IS LESS THAN 50 THEN  
    CONCLUDE true;  
ENDIF;
```

ACTION:

```
WRITE alert AT dectphone;
```



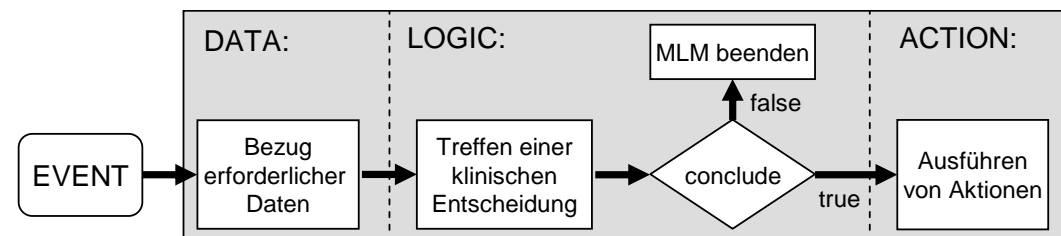
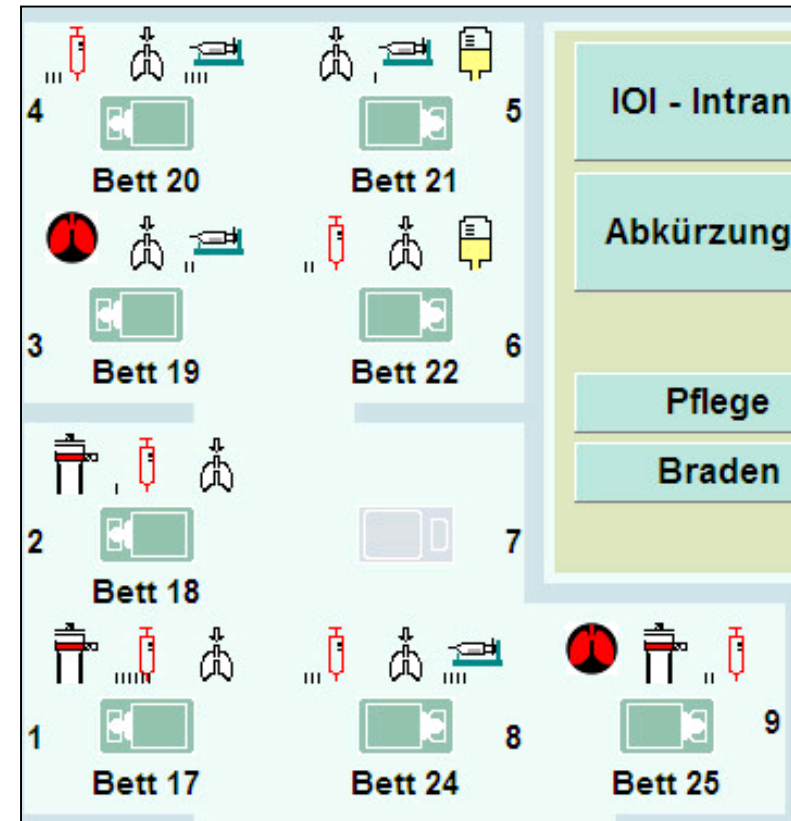
Beispiel am UK Erlangen - Beatmungskontrolle

- **EVOKE:**
Dokumentation neuer Beatmungswerte

- **DATA:**
 - Exspiratorische Tidalvolumina
 - Körpergröße + Geschlecht

- **LOGIC:**
 - Berechne Richtwerte, prüfe ob Patient chronisch überbeatmet
 - Falls ja → Aktion

- **ACTION:**
Setze rotes Lungensymbol



Historische Entwicklung der Arden Syntax

- Arden gibt es schon seit einem Vierteljahrhundert
- "Arden Retreat" NY 1989, Übernahme Konstrukte aus HELP und Care
- Seit 1999 HL7-Standard
- 10 Versionen, wichtige Meilensteine:
 - Version 1: Urversion, nur flache Listen, keine Schleifen
 - Version 2: Erweiterungen Richtung "Programmiersprache"
 - Version 2.5: "Objekte", hierarchische Datenstrukturen, publiziert: "complex data", in Arbeit: "unperceived evolutionary step"
 - Version 2.9: Fuzzy Arden, unscharfe Logik

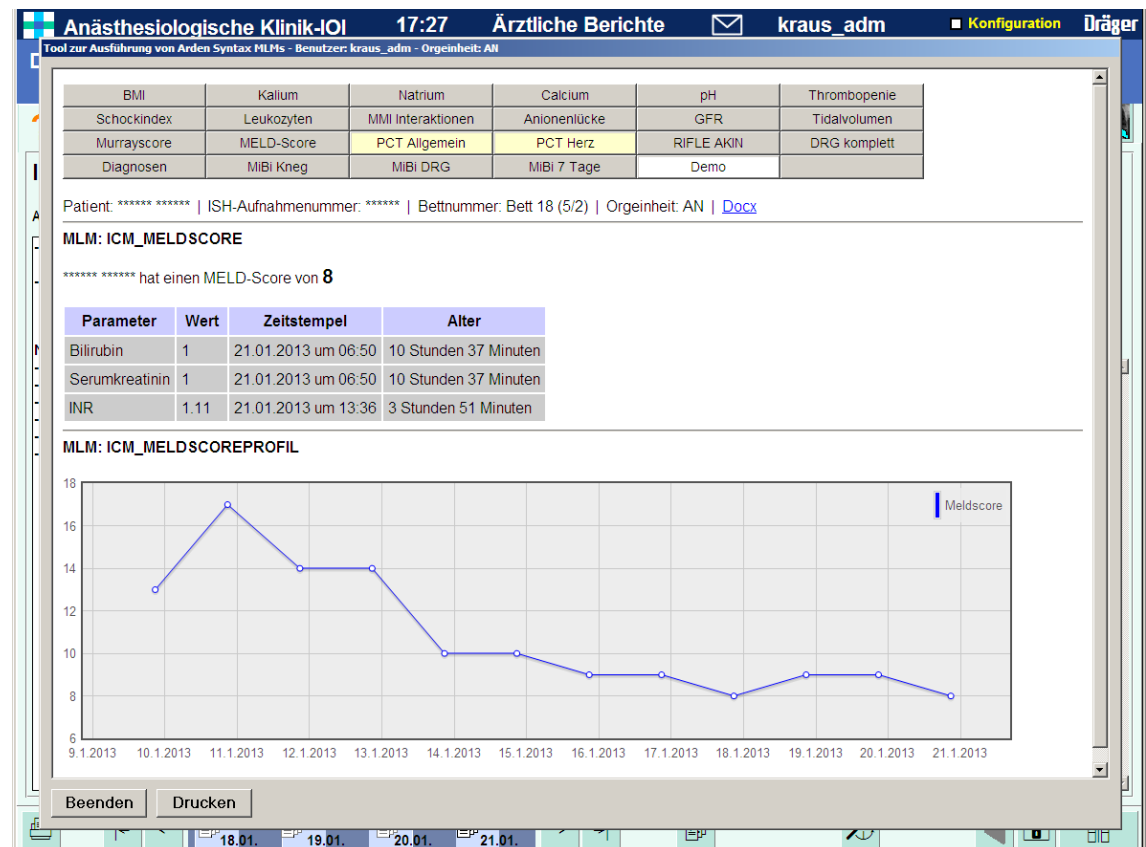


Einsatz jenseits des Event Monitorings am UK Erlangen



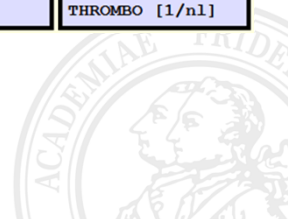
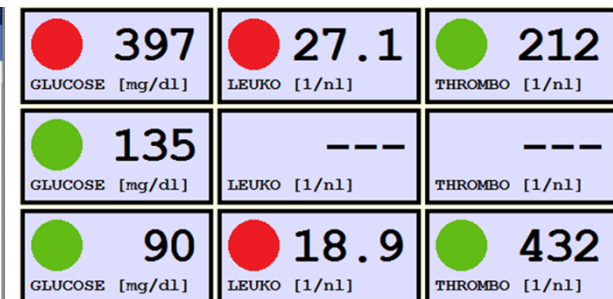
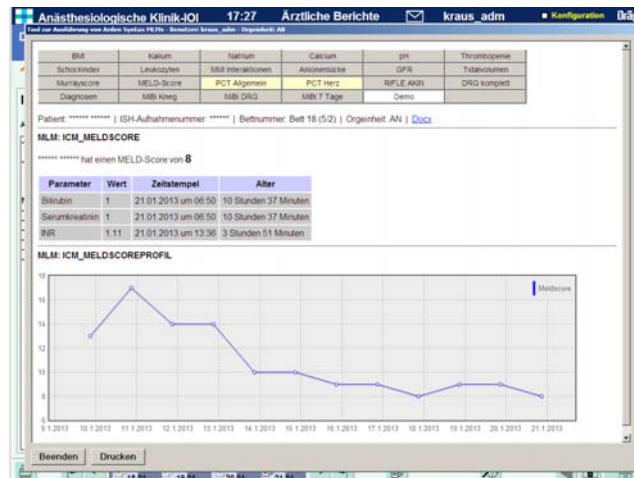
MLMs per Knopfdruck - Arden als Skriptsprache

- Typische MLMs sind "data-driven", d.h. lauschen auf eingehende Daten
- Starre Rahmenstruktur für grundlegendes Ablaufschema (EVOKE, DATA, LOGIC, ACTION)
- Ist keine Aktion nötig, bleiben MLMs unsichtbar
- Bei MLMs auf Knopfdruck ist die Aktion die Bildschirmanzeige, d.h. Aktion wird immer ausgeführt



Arden als Skriptsprache – Freestyle-Modus

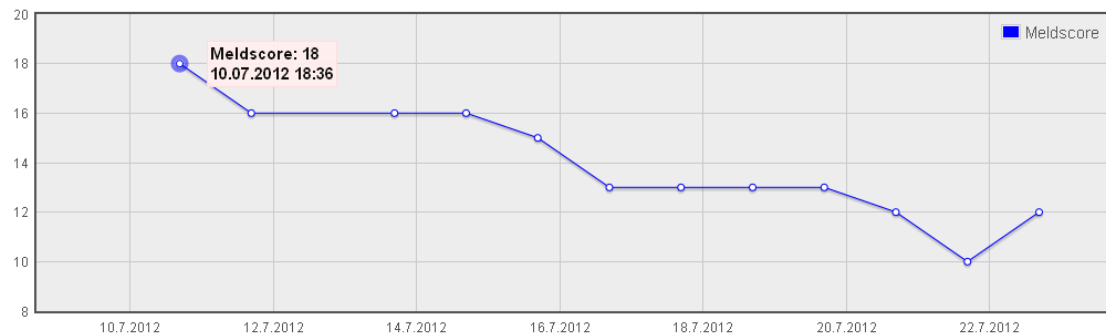
- Erlaubte Statements vom Slot abhängig (READ nur in DATA, WRITE nur in ACTION, ...)
- Rahmenstruktur bei MLMs auf Knopfdruck eher hinderlich, besonders bei Multi-Patient-MLMs → "Freestyle"-Modus sinnvoll
- Zudem Bedarf an Visualisierungsmöglichkeiten
 - data-driven: Kurzttexte ("Achtung, kritischer Laborwert")
 - user-driven: Graphen, Tabellen, bedingte Formatierung, ...



Visualisierung per MLM

- Bisher: 1 MLM pro Anzeigetyp (z.B. Lineplot, Tabelle, Dashboard)

```
d          := NEW diagramdescription;  
d.label    := "Meldscore";  
d.values   := meldscorevalues;  
d.fromdate := stay.admissiondate;  
d.todate   := NOW;  
diagram    := CALL lineplotter WITH d;
```



- Aktuelle Arbeit: Generischer Visualisierer ("1 MLM fits all")
`CALL VISUALIZER WITH <whatever>`
- Potentiell Basis für einfachen Präsentationsstandard, siehe z.B. Sittig et al., Graphical Display of Diagnostic Test Results
- Evtl. eigenes Arden-Statement sinnvoll (VISUALIZE)?



MLMs für "intelligente" Arztbriefe

- Erlanger PDMS unterstützt automatisierte Arztbriefschreibung
- Nur textuelle Ersetzung in Vorlagendateien, keine Entscheidungslogik
- Klinische Forderung: "Intelligente" Arztbriefe, d.h. regelbasiertes Einfügen relevanter Informationen, sofern diese existieren

```
engine := INTERFACE {variable_substitution} ;
...
iso_comment_template :=
  "Screening for multidrug-resistant microorganisms detected {iso_agent}
  in the {swab_material_location} of {pat_address} {pat_name}. In
  accordance with internal hygiene provisions, isolation precautions
  were initiated on {iso_date|dateonly}." ;

IF resistant_organism IS PRESENT THEN
  iso_comment := CALL engine WITH iso_comment_template ;
ENDIF ;
```

- Beitrag HEC 2016: "Using Arden Syntax for the generation of intelligent intensive care discharge letters"



MLMs für temporale Logik in i2b2

- i2b2: "Suchmaschine" für Data Warehouse
- Gewisse Schwächen bei temporalen und Aggregationsoperatoren
- Arden stellt hier leistungsfähige Ergänzung dar
- Erster Prototyp bereits funktionsfähig
 - Vorselektion von Patienten mit i2b2-Bordmitteln
 - Nachgeschaltete Filterung per MLM, z.B. nur Patienten, bei denen sich die Mittelwerte eines Laborparameters vor und nach einem Ereignis deutlich voneinander unterscheiden
- MLM-Rahmenstruktur auch hier eher hinderlich
- Arden potentiell als "Query-Engine" für Reporting geeignet



Arbeiten am Standard selbst



Die Spezifikation der Arden Syntax

- Spezifikation ist ein inzwischen über 200-seitiges Dokument
- Beschreibung der Sprachkonstrukte (Syntax und Semantik), ohne Vorgaben für die Implementierung
- Annex A1 enthält eine Grammatik für YACC-artige Parsergeneratoren
- Grammatik hat drei klar unterscheidbare Ebenen
 - Starre Rahmenstruktur eines MLMs
 - Statements (slotabhängig)
 - Expressions, d.h. Operatoren, Variablen, Konstanten (slotunabhängig)
- Annex A4 regelt Präzedenz und Assoziativität der Operatoren (stimmt nicht immer 100% mit der Grammatik überein)



Probleme mit der Grammatik

- Folgende Ausdrücke sind syntaktisch korrekt
 - SUBSTRING -2 CHARACTERS FROM stringvalue;
 - SUBLIST -2 ELEMENTS FROM valuelist;
 - Einer wird nicht kompiliert, aufgrund eines Bugs in der Grammatik
 - Es gibt diverse andere Beispiele, wie
 - ATTRIBUTE "Casenumber" FROM FIRST patientrecords
 - Grammatik enthält zudem etwa 20 "leichte" und 2 "schwere" Konflikte
 - Problematisch: "Dangling" FROM, USING, STARTING
 - Meiner Ansicht nach sollte die Expression-Grammatik erneuert werden (Entwurf existiert, obige Probleme treten nicht mehr auf)
- "An alternative expression grammar for the Arden Syntax"



Ein Beispiel für einen Seiteneffekt

- "Dangling" FROM bei diversen Operatoren
- FIRST glucose
- FIRST 2 FROM glucose
- Beispiel: 7 Glucosewerte (140,128,132,151,144,142,138)
- FIRST 2 FROM glucose → (140,128)
- FIRST 2+1 FROM glucose → sollte (140,128,132) liefern, oder?
Liefert aber (null,null,null,null,null,null)
- Manche Operatoren sollten geringfügig umgebaut werden, z.B.
FIRST 2 ELEMENTS FROM glucose



Compiler-Interpreter mit neuer Grammatik

- ARSEN/IC, in PHP7 entwickelt (nicht spezifikationskonform)
- Als Hobby entstanden, Basis für "Experimente" mit dem Standard

ARSEN/IC - ARden Server Erlangen / Compiler-Interpreter

Home | MLMs | Aliases | Events | Report Event

MLM: dashboard

```

16
17 knowledge:
18 type:      data_driven ;;
19 data:
20
21 presenter    := mlm 'dashboard_presenter';
22 signal_glucose := mlm 'dashboard_glucose';
23 signal_leuko  := mlm 'dashboard_leuko';
24 signal_thrombo := mlm 'dashboard_thrombo';
25 signal_meld   := mlm 'dashboard_meldscore';
26
27 dashboardrow := object [case,patient,bed,signallist];
28 dashboard    := read as dashboardrow {dashboard||};
29 dashboard.patient := "#anonymisiert#";
30 dashboard.signallist := ();
31
32 ;;
33 evoke: ;;
34 logic:
35
36 for row in dashboard do
37
38   displayelement := call signal_glucose with row.case;
39   row.signallist := add displayelement to row.signallist;
40
41   displayelement := call signal_leuko with row.case;
42   row.signallist := add displayelement to row.signallist;
43

```

NO ERRORS, COMPILED IN 35 MS, EXECUTED IN 387 MS

Bett 09 (4/1) #anonymisiert#	● 154 GLUCOSE [mg/dl]	● 13.3 LEUKO [1/nl]	● 236 THROMBO [1/nl]	7 MELD Score	Bett 09 (4/1) #anonymisiert#
Bett 10 (4/2) #anonymisiert#	● 122 GLUCOSE [mg/dl]	● 12.8 LEUKO [1/nl]	● 312 THROMBO [1/nl]	12 MELD Score	Bett 10 (4/2) #anonymisiert#
Bett 12 (4/4) #anonymisiert#	● 107 GLUCOSE [mg/dl]	● 5.7 LEUKO [1/nl]	● 262 THROMBO [1/nl]	--- MELD Score	Bett 12 (4/4) #anonymisiert#
Bett 13 (4/5) #anonymisiert#	● 183 GLUCOSE [mg/dl]	● 9.8 LEUKO [1/nl]	● 199 THROMBO [1/nl]	17 MELD Score	Bett 13 (4/5) #anonymisiert#
Bett 14 (4/6) #anonymisiert#	● 202 GLUCOSE [mg/dl]	● 25.9 LEUKO [1/nl]	● 104 THROMBO [1/nl]	9 MELD Score	Bett 14 (4/6) #anonymisiert#
Bett 15 (4/7) #anonymisiert#	● 144 GLUCOSE [mg/dl]	● 11.4 LEUKO [1/nl]	● 176 THROMBO [1/nl]	9 MELD Score	Bett 15 (4/7) #anonymisiert#
Bett 16 (4/8) #anonymisiert#	● 106 GLUCOSE [mg/dl]	● 11.2 LEUKO [1/nl]	● 198 THROMBO [1/nl]	10 MELD Score	Bett 16 (4/8) #anonymisiert#

Compile and register MLM

PHPMailer-master.zip | PHPMailer-FE_v4.11.zip | Alle Downloads anzeigen...



Ausblick: Weiterer Handlungsbedarf

- Datenübergabe zwischen MLMs sollte überarbeitet werden
- Diese ist für Anfänger schwer verständlich
 - durch Mehrdeutigkeit des Kommas
 - durch die intuitive Klammerung
- Die Mehrfachzuweisung (d.h. MLMs übergeben mehrere Datentypen gleichzeitig) sollte komplett abgeschafft werden
- Trotz aller Kritikpunkte:

Ich bin ausgesprochener Fan von Arden und halte sie für ein potentiell
Universalwerkzeug der medizinischen Informatik!



Derzeitige Arbeiten zu Arden in Erlangen

- Dissertation zum Ausbau der Arden-Integration (Staudigel)
- i2b2-Arden zur Verfeinerung der Treffermenge (Mate)
- Evaluierung der Tidalkontrolle (Castellanos/Toddenroth)
- Bachelorarbeit zum Ausbau von "Complex Data"
- Masterarbeit zum Design eines Ventilations-Dashboards
- Weitere Arbeiten an der neuen Grammatik
- Weiterer Ausbau der "intelligenten" Arztbriefschreibung
- Geplant: Unscharfe Patientenrekrutierung



FRAGEN?

