



# Auskunfts- und entscheidungsunterstützende Systeme (Teil 5)

von

Wolfgang Giere

Zentrum der Medizinischen Informatik  
Klinikum der J.W.Goethe-Universität



# Ziel der fünften Vorlesung

- Wiederholung und Erläuterung grundsätzlicher Bewertungs-Prinzipien (deterministische und probabilistische) am Beispiel „MEDIUC“
- Testergebnisse
- Methodenkritik



# MEDIUC Deterministische Bewertung

Themenüberblick:

## Rein deterministisch

- Sperrsymptome
- Sperrdiagnosen
- Boole-Regeln

## Semiquantitativ

- Zahl gefundener Symptome (Maximum Match)
- Reziproke Häufigkeit (Symptomspezifität)
- Gewichtsschätzer (Fuzzy Logic)



# MEDIUC Sperrsymptome

- Der Ausdruck „Sperrsymptome“ stammt von Pirtkien
- Bei anderen Systemen anders benannt, z.B. „Emphasis“ bei Dxplain (Barnett)
- Sperrsymptom bedeutet:  
Symptom ist essentiell, muß durch erklärt werden.  
Nur Diagnosen, bei denen das Symptom vorkommt, bleiben in der Vorschlagsliste (logisches Filter)
- Bis zu 12 Sperrsymptome können eingegeben werden.
- Sperrsymptome wirken „on the fly“, nur beim aktuellen Diagnoselauf.



# MEDIUC Sperrdiagnosen

„Sperrdiagnosen“ dienen zur Verringerung des Informationsballastes für den Arzt:

- bestimmte Diagnosen können aus der Differentialdiagnostik ausgeschlossen werden
- im Ergebnis(-Ausdruck) werden sie nicht berücksichtigt
- sie interessieren den Arzt nicht weiter, z.B. weil er vorinformiert ist oder weil es sich um fortgeschrittene Diagnostik handelt.
- Pro Diagnoselauf können bis zu 13 Sperrdiagnosen eingegeben werden. Sie wirken „on the fly“, einmalig.



# MEDIUC Boole-Regeln

Pro Diagnose kann eine Boole-Regel formuliert werden:

- Symptome, die vorkommen müssen
- Symptome, die nicht vorkommen dürfen
- Symptomkombinationen dto.
- Differential-Diagnosen, die ausgeschlossen sind
- usw.

Die BooleRegeln wirken immer, wenn der Boole-Schalter gesetzt ist. Mit ihnen werden also permanente logische Filter formuliert



# MEDIUC Zahl gefundener Symptome

**Semiquantitatives Verfahren: Anzahl der durch die mögliche Diagnose erklärten Symptome („ZSy“)**

- Für jedes vorkommende Symptom werden alle in Frage kommenden Diagnosen herangezogen (Inferenz)
- Für jede Diagnose dieser Liste wird gezählt, wie viele Symptome des Falles erfüllt sind
- Ist diese Zahl hoch, wird die Diagnose wahrscheinlicher.
- Am wahrscheinlichsten ist die Diagnose mit dem höchsten Erfüllungsgrad (Maximum Match Prinzip)
- ZSy erlaubt es, die Diagnosen zu sortieren (ranking)



# MEDIUC Reziproke Häufigkeit (1)

## Semiquantitatives Verfahren („RezHkt“, Spaltenwert):

- Pro Symptom wird (einmalig) festgestellt, bei wie vielen Diagnosen es vorkommt (= n).
- Die Reziproke Häufigkeit wird in MEDIUC berechnet als  $\text{RezHkt} = 999/n$ , auf ganze Zahlen gerundet, z.B.
  - Koplik-Flecken                       $\text{RezHkt} = 999$  (kommt bei 1 Diagnose vor)
  - Gleichgewichtstörung               $\text{RezHkt} = 71$  (kommt bei 14 Diagnosen vor)
  - Tachykardie hat                       $\text{RezHkt} = 4$  (kommt bei 254 Diagnosen vor)

**Anmerkung: In den kopierten Buchseiten finden Sie die RezHkt in der viert-letzten Spalte (nach dem Sortierwort)**



## MEDIUC Reziproke Häufigkeit (2)

- Je höher die RezHkt, desto spezifischer das Symptom, desto höher sein Beitrag zu den Diagnosen, bei denen es genannt ist.
- Pro Diagnose werden die RezHkt der genannten Symptome summiert.
- Summe der RezHkt über alle Symptome dient zum ranking der Diagnose
- Höchste RezHkt-Summe = wahrscheinlichste Diagnose

**Merke:** RezHkt ist ein Spaltenwert, gilt für das Symptom bei allen Diagnosen identisch!



# MEDIUC Gewichtsschätzer (1)

## Semiquantitatives Verfahren („G“, Zellenwert):

- Expertenschätzung des Beitrages eines Symptoms zu einer Diagnose
- Entspricht der geschätzten bedingten Wahrscheinlichkeit des Auftretens des Symptoms bei einer Diagnose
- Bei MEDIUC kein Unterschied zwischen
  - Sensitivität (bedingte Wahrscheinlichkeit des Auftretens) wie häufig kommt es bei dieser Diagnose vor?
  - Spezifität (bedingte Wahrscheinlichkeit, daß es sich bei Auftreten um diese Diagnose handelt) wie häufig kommt es bei anderen Diagnosen vor?



## MEDIUC Gewichtsschätzer (2)

- G entspricht genau dem Fuzzy-Schätzer, eingeführt von Adlassnig (vgl. logische Sy/Di-Beziehungen von Grabner)
- Die Schätzung von G erfolgt bei MEDIUC auf einer Skala von 0 bis 100
- Bei anderen Systemen heißt das Verfahren „expert rating“
- Pro Diagnose wird über GGs aller Symptome eines Falles summiert.
- Höchste Summe ergibt wahrscheinlichste Diagnose

**Merke: GG ist ein Zellenwert, unterscheidet sich pro Symptom von Diagnose zu Diagnose!**



# MEDIUC probabilistische Bewertung

## Fallstatistik-basierte Verfahren (echte Probabilistik)

- „Eads Signifikanz-Index“
- „Echtes Gewicht  $Z3/Z2$ “

## Schätzwert-basierte Verfahren (Experten-Schätzungen)

- Gewichtsschätzer:  
Übergang zu deterministischen Verfahren,  
bereits abgehandelt



# MEDIUC Basis für echte Probabilistik

## Zur Erinnerung:

Aus Krankenakten auszählbar sind / ausgezählt wurden

- Zahl der ausgewerteten Krankenakten (Z0 Systemwert)
- Häufigkeit von Diagnosen (Z1 Zeilenwert)
- Häufigkeit von Symptomen (Z2 Spaltenwert)
- Häufigkeit von Symptomen bei Diagnosen (Z3 Zellenwert)



# MEDIUC Eads Signifikanzindex (1) abgeleitet von Brodman

- Brodman hat sich seit 1951 ausführlich mit der Wahrscheinlichkeit von Diagnosen beschäftigt.
- Hierzu hat er an der Cornell-University Symptome mit einem Fragebogen erfaßt (195 Fragen).
- Das Ergebnis statistischer Berechnung hatte einen guten Vorhersagewert für die nachfolgende körperliche Untersuchung (Likelihood Quotient).
- Das Verfahren wurde 1966 für 100 Diagnosen computerisiert (Medical Data Screen)



## MEDIUC Eads Signifikanzindex (2)

- (1)  $P(K_j) = Z_{1j} / Z_0$
- (2)  $P(S_i|K_j) = Z_{3ij} / Z_{1j}$
- In gleicher Weise wird die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten des Symptoms unter der Bedingung daß ein Patient NICHT an K erkrankt ist berechnet:  
(3)  $P(S_i|\bar{K}_j) = (Z_{2i} - Z_{3ij}) / (Z_0 - Z_{1j})$
- Eads Signifikanzindex setzt (1), (2) und (3) in Beziehung:  
Komplette, komplizierte Formel siehe Buch S. 170/171!  
(bitte beachten: G = Gift ist hier in Folie K = Krankheit)

**Der Eads Signifikanzindex hat sich gut bewährt**



# MEDIUC „Echtes Gewicht“

„EG“ bezeichnet den Quotienten aus Z3 und Z2

- (1)  $EG_j = Z3_{ij} / Z2_i$   
„Echtes Gewicht“ eines Symptoms j für die Diagnose i
- Wahrscheinlichkeit der Diagnose ist die Summe der EG über alle Symptome:  
(2)  $P(K) = \text{Summe über } i \text{ für alle } EG_j$
- Dieses ist im Grunde ein vereinfachter Bayes-Ansatz



# MEDIUC „Gesamtgewicht“

„GG“ ist die Summe aller Einzelgewichte jeweils multipliziert mit einem Gewichtungsfaktor  $F_n$ :

$$GG = F1 * GS + F2 * RH + F3 * G + F4 * E + F5 * EG$$

Bei Tests wurden empirisch folgende Gewichtungsfaktoren als besonders trennscharf ermittelt:

$$GG = 1 * GS + 1 * RH + 1 * G + 5 * E + 1 * EG$$



# MEDIUC Ergebnisse Vergiftungen (1)

(1) 22 unbekannte Zufallsfälle aus Stuttgart 1967 getestet nur nach Literatur (ZSy, RH, G)

- 68% richtige an der ersten Stelle
- 78% an erster und zweiter Stelle

(2) 32 nicht ausgewertete Fälle aus Berlin 1967 getestet an Kombination Literatur/Statistik

- 73% richtige an erster Stelle
- 88% an erster und zweiter Stelle
- 94% unter den ersten 4 Differentialdiagnosen



## MEDIUC Ergebnisse Vergiftungen (2)

(3) Test der 32 Berliner Fälle nur mit Gewichtsschätzern

- **G:** 53% richtig an erster Stelle
- **G:** 75% an erster und zweiter Stelle

(4) Test der 32 Berliner Fälle nur mit Reziproker Häufigkeit

- **RH:** 41% richtig an erster Stelle
- **RH:** 75% an erster und zweiter Stelle

(5) Test der 32 Berliner Fälle nur mit Zahl gefundener Symptome

- **ZSy:** 38% richtig an erster Stelle
- **ZSy:** 72% an erster und zweiter Stelle



## MEDIUC Ergebnisse Vergiftungen (3)

(6) Eads und Sperrsymptome bei denselben Fällen:

- **E:** 88% richtig an erster Stelle,  
aber gleiche Wahrscheinlichkeit bis zur 7. Stelle

(7) Kombination Eads und Echtes Gewicht

- **5E+EG:** 81% richtig eindeutig an erster Stelle
- **5E+EG:** 91% an erster und zweiter Stelle

**Diese Ergebnisse waren sehr ermutigend!**



# Weiteres Schicksal von MEDIUC

- 1969 ging Giere nach Wiesbaden (DKD)
- 1970 ging Pirtkien nach Kiel
- Das neugegründete DIMDI reklamierte die hoheitliche Aufgabe der Information für Vergiftungszentralen für sich
- Seitdem Vergiftungs-Daten nicht mehr gepflegt
- MEDIUC Programme in Kiel installiert, aber stagnierend
- Ab 1977 zusammen mit Giere in Frankfurt Weiterentwicklung für Gastroenterologie



# MEDIUC Gastroenterologie

Krankengeschichten und Literatur für folgende Gebiete:

- Mund
- Speiseröhre
- Magen
- Zwölffingerdarm
- weiterer Dünndarm
- Leber
- Galle
- Dickdarm
- Enddarm



# MEDIUC Ergebnisse Gastroenterologie

Publiziert in xxxxxxxxxxxxxx

- xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx



# MEDIUC Methodenkritik (1) Interface

Lochkarten nicht mehr zeitgemäß, aber grundsätzlich auch heute noch kaum Wünsche offen:

- Texte variabel lang
- Alle Funktionen per Parametersteuerung abrufbar
- Systemverhalten transparent für den Benutzer

Wünschenswert Texteingabe statt Aufsuchen der Schlüssel  
im Lexikon



# MEDIUC Methodenkritik (2) Datenbank

- Aufteilung in einzelne, thematisch begrenzte Datenbanken ist problematisch
- Pirtkien hat immer über „Übertopf“ nachgedacht
- „Nicht gefundene Symptome“ guter Ansatz für „grenzüberschreitende“ Differentialdiagnostik
- DB-Design sehr effizient, aber ...



# MEDIUC Methodenkritik (3) Bewertung

- Vereinigung von deterministischen, semiquantitativen und probabilistischen Bewertungsmethoden sinnvoll
- Gesamtgewichtsbildung theoretisch zweifelhaft, pragmatisch erfolgreich
- Wahl der deterministischen Ansätze richtig
- Wahl der semiquantitativen Ansätze pragmatisch (trotz fehlender Unterscheidung Sensitivität/Spezifität)
- Wahl der probabilistischen Ansätze gut, höchstens für Spezialfälle zu verbessern



# MEDIUC Methodenkritik (4) Steuerung

- Weitgehende Parametrierbarkeit für Studienzwecke sinnvoll
- Kombinationsmöglichkeiten verschiedener Bewertungsverfahren für den Benutzer sicherlich zu komplex
- Standardannahmen für die Routine wünschenswert
- Sperrsymptome zwar sehr wirkungsvoll, aber für den naiven Benutzer in der Wirkung schwer abzuschätzen (Fixe Filter bei bestimmten Symptomen vorsehen wie die Boole-Regeln bei den Diagnosen?)



# MEDIUC Methodenkritik (5) Ausgabe

- Listen waren zeitgemäß
- Bewährt und richtig die weitgehende Parametrierbarkeit
- modernere Ausgabe mit Hypertext sinnvoll
- Lexika heute online mit Thesauri anstelle von Rotier-Delimitern für die Sortierung
- Statt Nummern bei den Nicht Gefundenen Symptomen besser Texte oder Matrix
- Bessere Begründung und Wertung enger Entscheidungen wünschenswert



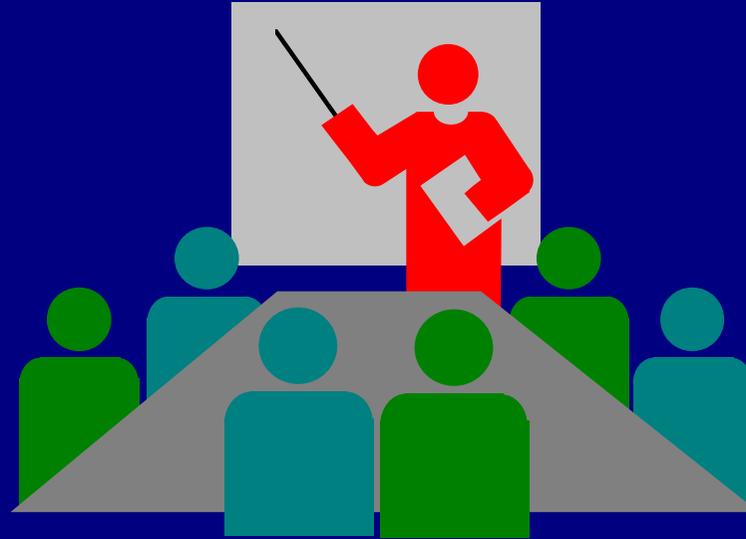
# MEDIUC Methodenkritik (6) Wissensbasis

- Kombination von Literatur und Statistik bewährt
- Pflege der Therapieempfehlungen problematisch
- Symptomlexika uneinheitlich, bedürfen der Überarbeitung
- Tools hierfür (Zusammenführung, Trennung, Edition) fehlen
- Pflege der geschätzten Zellenwerte (G) und Statistikzähler wenig unterstützt
- System nicht „selbstlernend“ --- Problem der Verifikation



# MEDIUC Wunsch

- Restauration des Systems als software-Denkmal
- in der Form von 1968  
(mit/ohne Ergänzungen von Pirtkien, siebziger Jahre)
- Demo-Möglichkeit zu Schulungszwecken
- Überarbeitung der Datenbestände
- Test der Validität
- Publikation im Web
- Multilingual (Deutsch und Englisch)



Ende von Teil 5.  
Ich bedanke mich  
für Ihre Aufmerksamkeit!  
(Es folgt Teil 6)