

Bayesnetze in der Kardiologie

Motivation

Modellbildung und Diagnose in der Medizin sind komplexe Problemlöseprozesse, die vor allem in stark vernetzten Bereichen ohne eine adäquate Unterstützung schwer zu überblicken und zu systematisieren sind.

Die wahrscheinlichkeitstheoretische Methode der Bayesnetze ist eine Modellierungssprache, durch die das häufig unsichere Expertenwissen zwischen den verschiedenen medizinischen Konzepten (Krankheiten, Symptome, etc.) zum Ausdruck gebracht und verarbeitet werden kann.

Ein Bayesnetz kann sowohl zur Unterstützung als auch zur Schulung der Diagnostik eingesetzt werden. Dazu werden Symptome, Anamnesedaten und Laborbefunde als sog. Evidenzen in das Netz eingetragen. Hierdurch verändern sich die Wahrscheinlichkeiten der restlichen Variablen entsprechend der spezifizierten Unsicherheiten. Diese veränderten Wahrscheinlichkeiten entsprechen der Verdachtsdiagnose, die bei den gegebenen Fakten vorliegt. Dem Benutzer ist es somit möglich, verschiedene Konstellationen einer Krankheit durchzuspielen und die jeweiligen Wahrscheinlichkeiten zu betrachten.

Grundlagen

Auf der qualitativen Ebene ist ein Bayesnetz ein azyklischer gerichteter Graph, in dem unterschiedliche Konzepte einheitlich durch Variablen und kausale Beziehungen zwischen diesen Konzepten durch Pfeile repräsentiert werden: z.B. „Aortenstenose führt zu Systolikum“. Zudem besitzt jede Variable verschiedene Ausprägungen, die sie annehmen kann: z.B. besitzt Geschlecht die Ausprägungen „männlich“ und „weiblich“.

Auf der quantitativen Ebene wird angegeben, wie sicher die kausalen Zusammenhänge in der Praxis sind; z.B. in 50 von 100 Fällen. Diese Angaben erfolgen als Wahrscheinlichkeiten, bei denen die Ausprägungen der direkten Vorgänger berücksichtigt werden müssen. Liegt z.B. eine Aortenstenose vor, so liegt die Wahrscheinlichkeit für ein vorliegendes Systolikum bei 90%, liegt hingegen keine Aortenstenose vor, liegt die Wahrscheinlichkeit für ein vorliegendes Systolikum nur noch bei 20%.

Modellierung

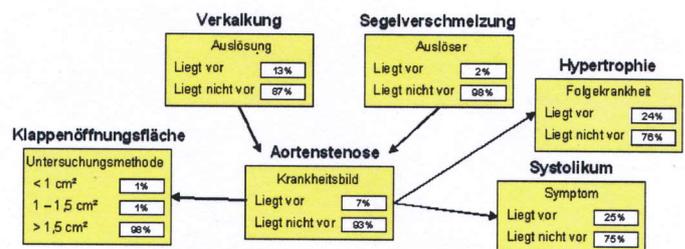
Für die Modellierung des Bayesnetzes wurde ein neues Vorgehensmodell entwickelt. Dieses bietet ein strukturiertes Vorgehen und erlaubt die schnelle und kognitiv adäquate Erstellung eines Bayesnetzes. Zur Modellierung werden ein Experte für Bayesnetze und ein oder mehrere Mediziner benötigt.

Auf Seiten der Mediziner ist kein Vorwissen aus dem Bereich der Wahrscheinlichkeitstheorie notwendig.

Das Vorgehensmodell selbst besteht aus drei Schritten:

1. Schritt: **Erstellung des qualitativen Modells**, in dem in einem Interview die relevanten medizinischen Konzepte (Auslöser, Symptome, etc.) und deren Beziehungen zueinander identifiziert und durch 2-stufige mathematische Algorithmen optimiert werden.
2. Schritt: **Erstellung des quantitativen Modells**, in dem die bekannten Wahrscheinlichkeiten von den Medizinern erfragt werden. Nicht bekannte Wahrscheinlichkeiten werden durch ein wahrscheinlichkeitstheoretisches Verfahren berechnet, so dass ein vollständiges Gesamtmodell entsteht.
3. Schritt: **Revision des Gesamtmodells**, in dem interaktiv das Verhalten des Modells geprüft und durch algorithmische Lernverfahren korrigiert wird.

Die Modellierung des Bayesnetzes zur Aortenstenose (siehe Abbildung) entstand in Zusammenarbeit zweier medizinischer Experten aus der Kardiologie mit einem Informatiker. Die ersten beiden Schritte wurden in einem mehrtägigen Interview durchgeführt. Die Prüfung und Korrektur des Netzes erfolgte in mehreren Telefonkonferenzen, die in wöchentlichen Abständen stattfanden. Es entstand ein 38 verschiedene Variablen umfassendes Bayesnetz zum Krankheitsbild Aortenstenose.



Ausschnitt aus dem Bayesnetz zur Aortenstenose

Didaktik

Für den Einsatz in der Lehre wurde das Bayesnetz in einen Aufgabenkontext eingebettet. Die Lernenden bekommen in jeder Aufgabe eine Situation geschildert, die ihnen so auch im medizinischen Alltag begegnen können und die sie mit Hilfe des Bayesnetzes lösen sollen. Das Bayesnetz dient hierbei als interaktives und konstruktivistisches Beispiel des problemorientierten Lernens.

Leitung:

Prof. Dr. Claus Möbus
Tel: +49 441 798 2900, Fax: +49 441 798 2155
Email: moebus@informatik.uni-oldenburg.de

Kontakt:

Dipl. Inform. Heiko Seebold
Tel: +49 441 798 3118, Fax: +49 441 798 2196
Email: heiko.seebold@informatik.uni-oldenburg.de