EVALUATION VON LERNVERFAHREN ZUR BEWERTUNG DER GEFAHRENLAGE IM INTERNET

Diplomarbeit an der Universität Bonn, Institut für Informatik IV

Simon Hunke

universitätbonn

Fraunhofer FKIE

Agenda

1. Einführung
2. Methodik & untersuchte Lernverfahren
3. Konkretisierung des Lernproblems
4. Resultate & Fazit
5. Ausblick & Empfehlungen

Automatisierte Gefahrenbewertung der Gesamtlage

- **Motivation:** Unterstützung von Experten
  - Angriffsaufkommen im Internet übersteigt menschliche Kapazität
  - Erfahrung der Uni Bonn: Mehrere tausend Angriffe pro Tag und Host

- Strategien: regelbasiert oder Lernverfahren
  - Maschinelles Lernen ist interessant wegen …
    - … komplexer Problemdomäne
    - … hoher Dynamik der Technologien im Internet

Ziel der Diplomarbeit:
Quantitative Evaluation von Lernverfahren

Beispiele zu verwandten Arbeiten

Anomalieerkennung mit Lernverfahren:

- Intrusion Detection System auf Basis neuronaler Netze
- Spam-Filter mit Bayes Netzen
- Malware-Identifikation mit Support Vector Machines

➡ Abgrenzung zur Diplomarbeit: 0-1-Entscheidungen statt Abstufung

Internet-Lagebewertung:

- Internet Storm Center
- Symantec ThreatCon

➡ Abgrenzung zur Diplomarbeit: Manuelle Kategorisierung der Lage

Leistungsbewertung der Lernverfahren

Kontext: Überwachtes Lernen

- Generalisierungsvermögen einer Hypothese entscheidend

Untersuchte Lernverfahren:

- Neuronale Netze & Bayes Netze

Untersuchte Metriken zur Leistungsbewertung der Lernverfahren:

- *Präzision* (Prozentsatz korrekt klassifizierter Beispiele)
- *Lerndauer* (Zeit pro Lernvorgang)
- *Steigerungspotential* (in Bezug auf Präzision)

Generelle Methodik zur Präzisionsschätzung:

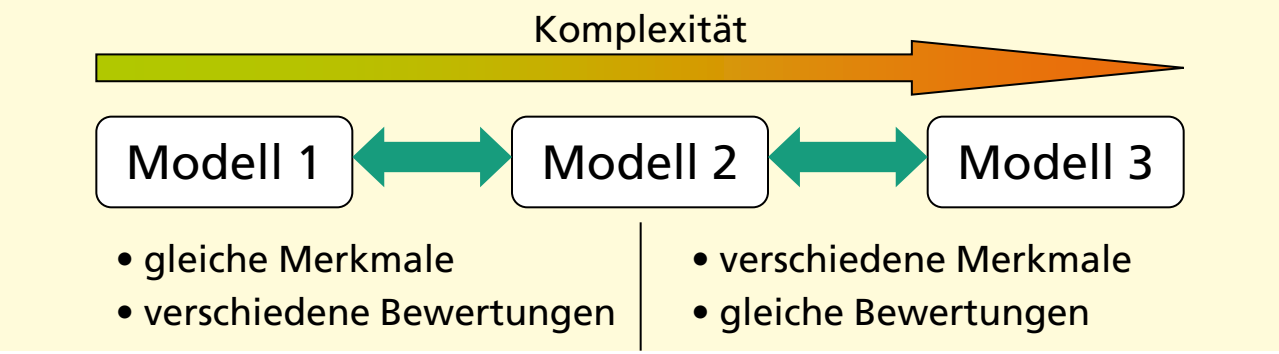
- Aufteilen der Beispiele in eine *Trainingsmenge* und eine *Testmenge*

Internet-Lagebewertung als Lernproblem

Betrachteter Modellrahmen: (Uni Bonn)

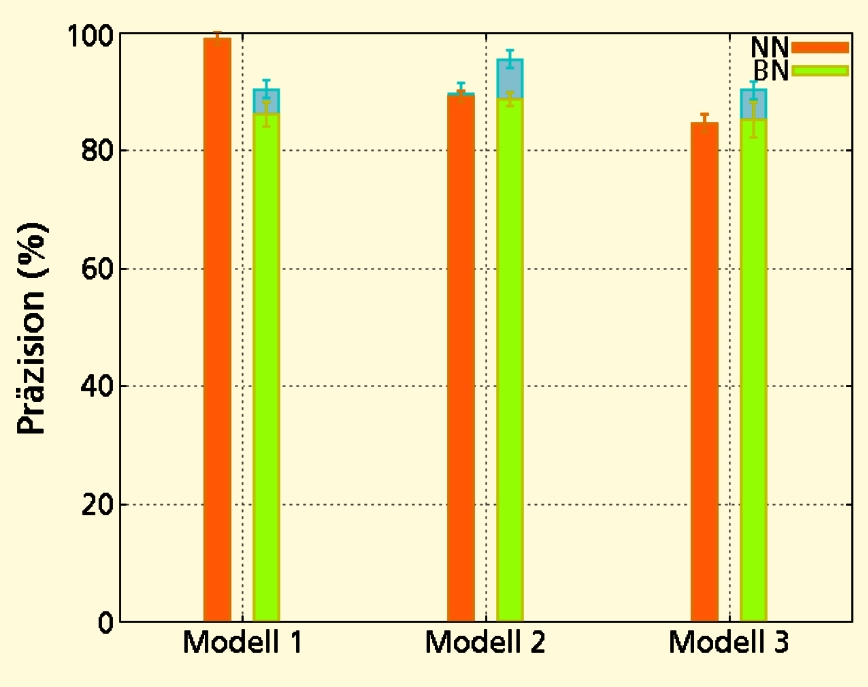
- Modellaufbau:
  - Lagebild (endliche Merkmalsmenge zur Lagebeschreibung)
  - Bewertungsfunktion (Simulation von Experteneinschätzungen)

- Fokus: Einfluss von Komplexität auf Performanz von Lernverfahren

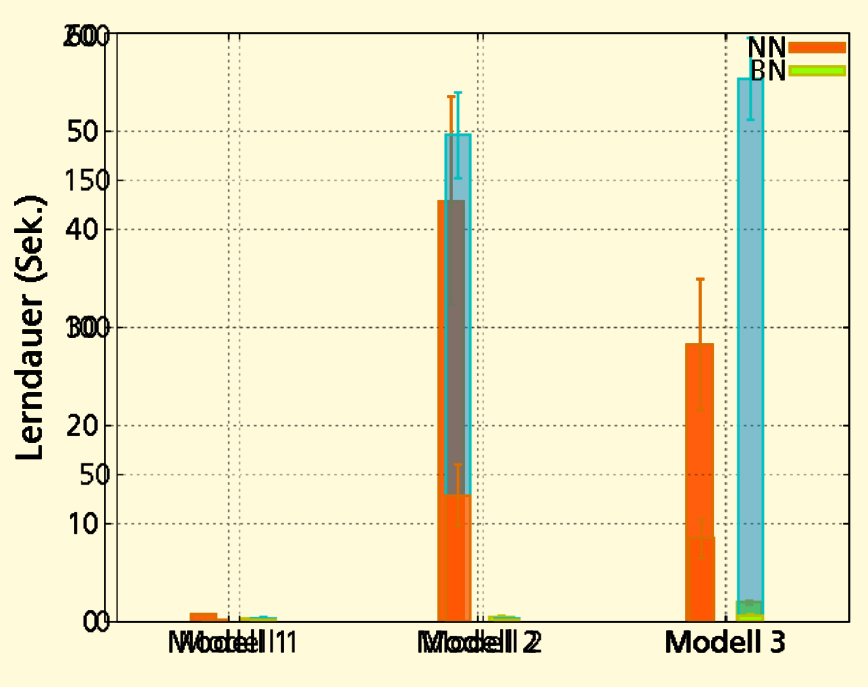


Präzision & Lerndauer

Präzision:

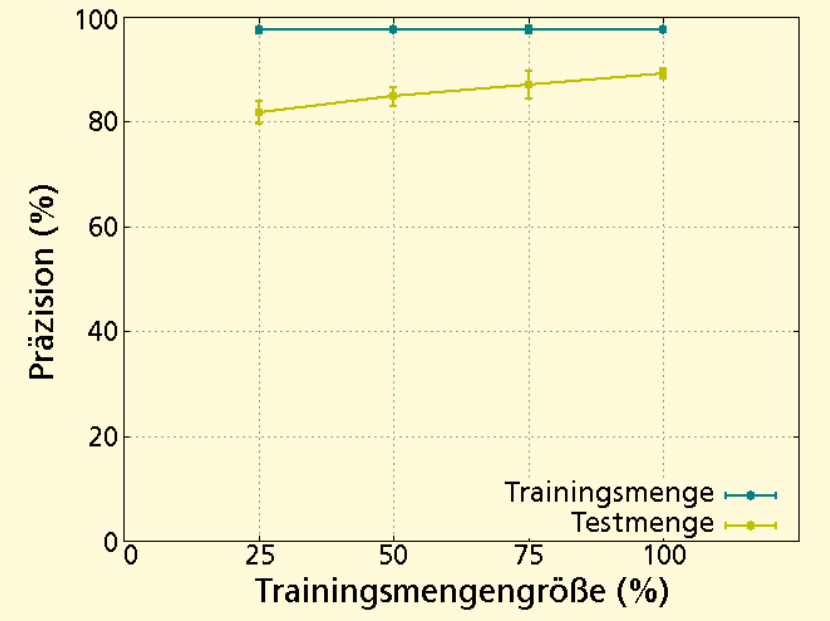


Lerndauer:



Einfluss der Trainingsmengengröße

Neuronale Netze:



Bayes Netze: Erwartungsgemäß keine Steigerung

„Curse of Dimensionality“

Bei hochdimensionalen Eingaberaum können „Löcher“ in den Trainings-daten entstehen.

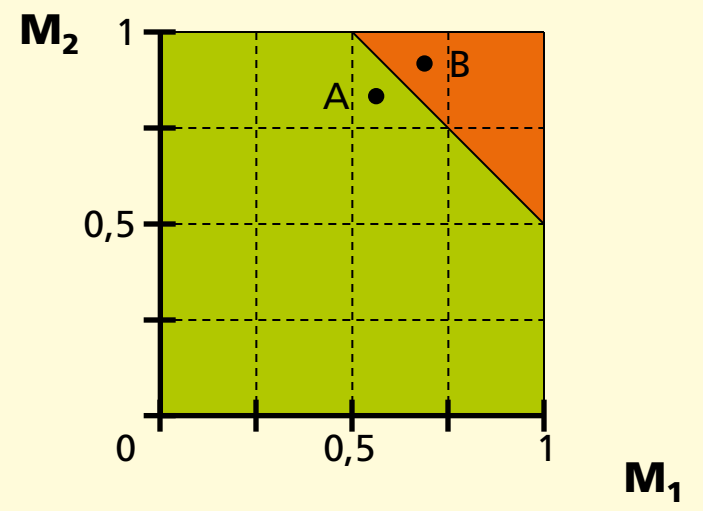
➡ wichtige Infos für hohe Generalisierung fehlen!

Aber: Auch Komplexität hat Einfluss!

Bayes Netze
Lernfaktor Diskretisierung

Lernalgorithmen für Bayes Netze unterstützen nur diskrete Variablen

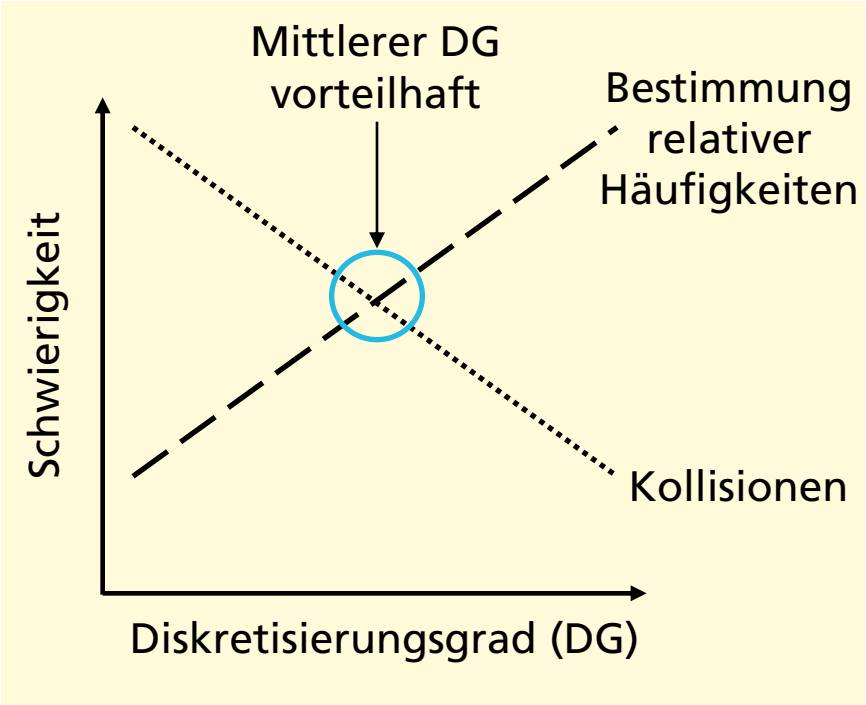
➡ durch Diskretisierung entsteht *Fehler* !



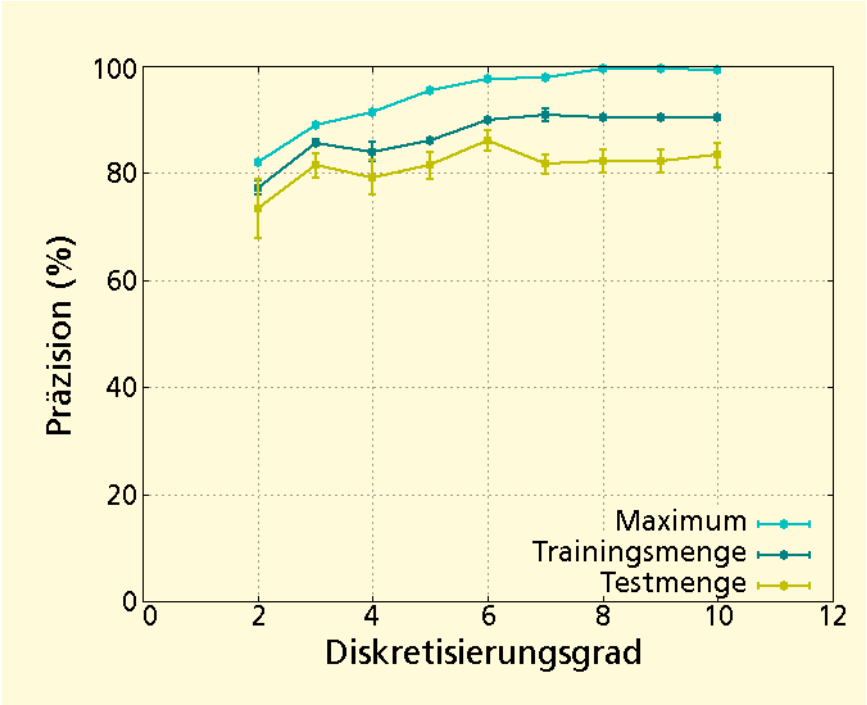
Jedes Bayes Netz kann entweder nur *A* oder *B* korrekt erkennen !

Bayes Netze
Lernfaktor Diskretisierung (2)

Theorie:



Auswirkungen in der Praxis:



Fazit

- Beide Lernverfahren auch bei hoher Modellkomplexität gute Leistung
- Neuronale Netze
  - Benötigen bei steigender Modellkomplexität mehr Zeit und Daten
  - Präzision korreliert negativ mit Modellkomplexität (bei gleichem Datenvolumen)
  - Nahezu unabhängig von der Art der Modellierung (kont. oder diskr.)
- Bayes Netze
  - Eignen sich am besten für diskrete Modelle
  - Greedy-Heuristiken erlauben schnelle Lernzeiten

Ausblick & Empfehlungen

Weiterführende Untersuchungen:

- Evaluation weiterer Lernverfahren
  - z.B. Entscheidungsbäume, Clustering-Verfahren, …
- Konzipierung praxisrelevanter Modelle
  - Auch reale Experteneinschätzungen (Inkonsistenzen?)

Empfehlungen für die Praxis:

- Analyse der Trainingsdaten
- Aufbereitung der Trainingsdaten
  - z.B. möglichst verlustfreie Diskretisierung, Integration von verfügbaren Wissen

Danke für die Aufmerksamkeit !

Fragen?