

# Bridge

Das Spiel (contract bridge)



Probleme

Ginsberg's Intelligent Bridge (GIB)

Vergleich: Bridge Baron

# Bridge

1529 England

Ende 19. Jh. USA, England, Frankreich,  
Russland, Türkei, Ägypten

1925 Contract Bridge (Verschmelzung aller)

52 Karten: ♠ Pik, ♥ Couer, ♦ Karo, ♣ Treff

2 Paare: Nord-Süd vs. Ost-West

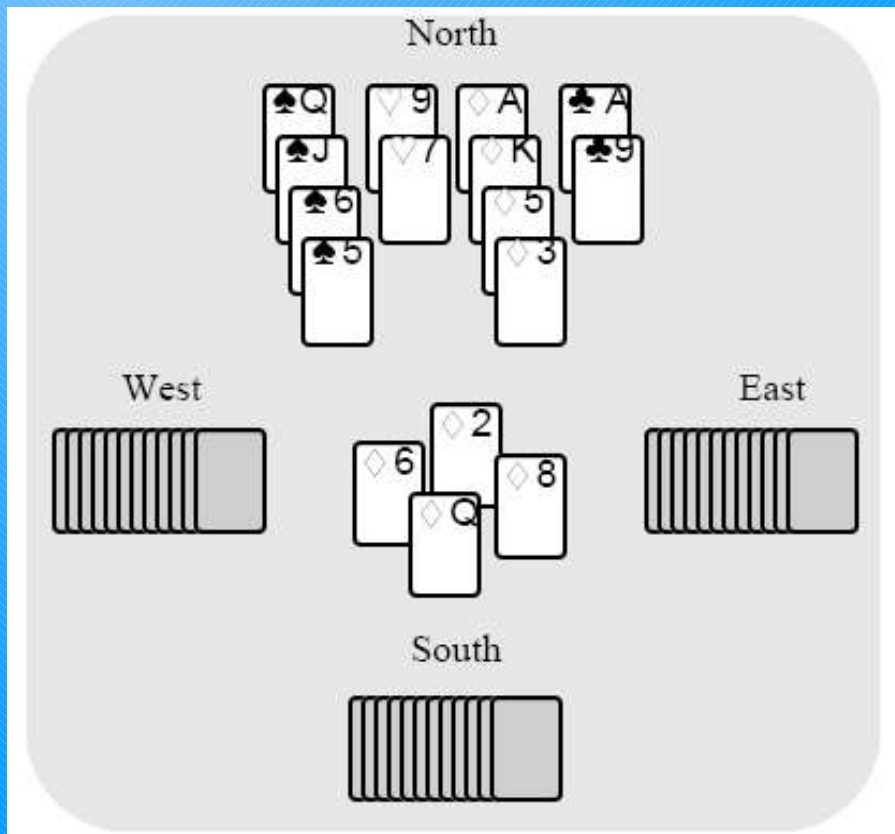
2 Phasen:

Reizen: wie viele Stiche mit welcher Trumpffarbe

Spielen: Vorraussage erfüllen (möglichst mehr)

# Bridge

=> kein Glücksspiel! (Zufall, Kartenglück)



Leistungssport:

- Konzentration
- Strategie
- Psychologie

1995 Anerkennung des IOC

# Bridge

Schwierigkeit: un-/vollständige Information  
existierende Programme sind sehr schwach

1994: Bridge-Weltmeister: Müssen sich verbessern  
um hoffnungslos zu sein

1996: Poker-Weltmeister: 5 Min. pro Pokerprogramm

Stärke schwer vergleichbar; ACBL gibt keine Rangliste

Connect Four	solved
Go-Moku	solved
Qubic	solved
Nine-Men's Morris	solved
Othello:	probably better than any human
Checkers:	better than any living human
Backgammon:	better than all but about 10 humans
Chess:	better than all but about 250 humans, possibly better?
Scrabble:	worse than best humans
Go:	worse than best human 9-year-olds
Bridge:	worse than the best players at many local clubs

# Bridge

## Performanzmessung:

- gleiche Situation von verschiedenen Paaren spielen lassen
- International Match Points (IMP's)
- Standardabweichung: 5,5 IMP's / deal
- Durchschnitt vs. Experte: 1,5 IMP's / deal
- Experte vs. Großmeister 0,5 IMP / deal
- besten Bridge-Programme (außer GIB) sind etwas schlechter als Durchschnittsspieler

# Bridge

vor 1997: menschl. Spielweise kopieren

1998: **GIB**

- brute-force Suche zur Situationsanalyse
- verschiedene Techniken zur Bestimmung des nächsten Zugs
- so erfolgreich (Expertenlevel), dass alle Bridge-Programme von wissensbasierten auf suchbasierte Methoden umstiegen
- betrifft nur 2. Phase, 1. (Reizen, bidding) ist Schwachpunkt (riesige Datenbank)

# Bridge

## 5 Techniken

- partition search
- Monte Carlo Techniken an realen Problemen
- Schwierigkeiten der Monte Carlo Methode  
Theorie  $\leftrightarrow$  Praxis (distributive Gitter)
- Erweiterung des alpha-beta prunings auf solche  
Gitter (anwendbar auf max. 32 Karten)
- 'quietschende Reifen' - Optimierung für annähernd  
optimale Lösungen von KartenSpielproblemen  
(auf 52 Karten anwendbar)

# Bridge

## partition search

- Computer analysiert auch sinnlose Züge
- konventionelle pruning-Techniken (alpha-beta) reichen nicht
- viele benutzen Transpositionstabellen  
Spielzustand + zugehöriger Wert

-> Zustandssets speichern => pruning viel effizienter

X	X	
O		
O		X



# Bridge

Def.: Spiel ist ein Quadrupel  $(G, p_1, s, ev)$

(Zustände, Startzustand, Nachfolgerfunktion, Evaluationsfunktion)

- wichtig:
- $s$  darf keine Schleifen enthalten
  - $ev(p) = \text{Max}$ , wenn Max dran ist
  - $ev(p) \in [0, 1]$  nur wenn  $s(p) = \emptyset$   
0=Sieg für Min (z.B. keine Zeit)

Minimax wird um alpha-beta pruning und  
Transpositionstabellen erweitert

Eintrag (Zustand  $p$ , Eingrenzung  $[x,y]$ , Wert  $v$ )

# Bridge

$R_0(S)$  mit Zustandsset  $S$  aus  $G$  sind die Positionen  $p$ , die  $S$  erreichen können;  $C_0(S)$  die  $S$  nicht erreichen

$R_0$  und  $C_0$  können meist nur approximiert werden

Partitionssystem  $(P, R, C)$ :

- $P$  überführt einen Zustand in sein Zustandsset
- $R$  und  $C$  sind o.a. Approximationen

**partition search**: geg: Spiel, Partitionssystem, Zustand, Ausschnitt  $[x,y]$  und Transpositionstabelle  
ges: Zustandswert, zugehöriges Zustandsset

# Bridge

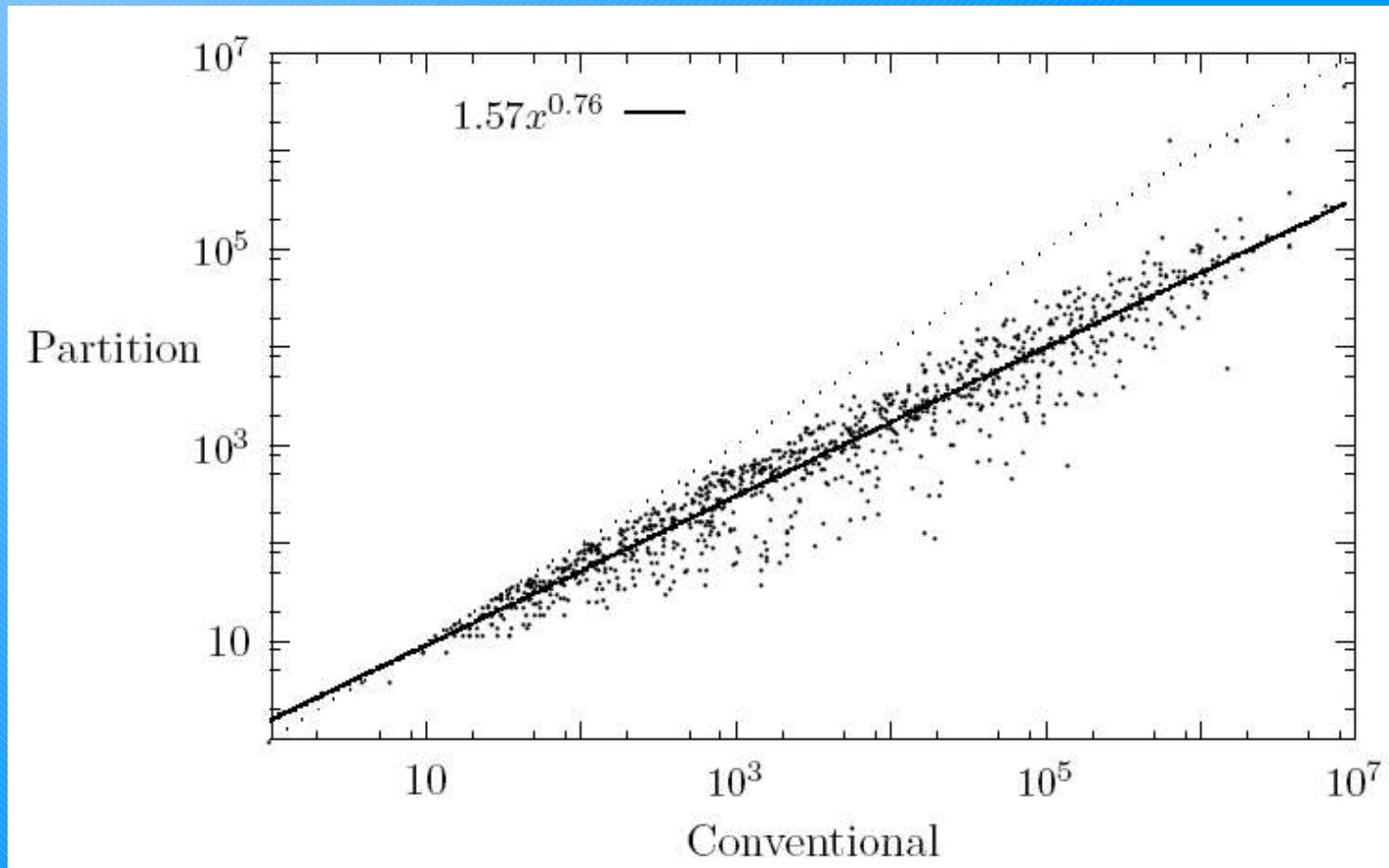
Effektivität geht bei kleinen Sets verloren  
(alpha-beta pruning)

Man könnte mehr Zustände zusammenfassen, wenn  
nur 0 und 1 als Werte (zero-window search)  
gespeichert würden, aber im Bridge nicht möglich

partition search besonders geeignet für Bridge  
(1. große Zustandssets, 2. gut Approximationen R;C)

Vergleich mit alpha-beta pruning anhand von 1.000  
zufällig erzeugten deals

# Bridge



12-48 Karten

expandierte  
Knoten

auch mit 52 Karten getestet: 18.000 Knoten/deal  
ca. 1 sec CPU-Zeit

# Bridge

$M$  = Menge der möglichen Züge

1. Konstruiere Set  $D$  von möglichen Kartengebungen (Reizen und Spielen betreffend)
2. Berechne für jeden Zug  $m$  aus  $M$  und jedes  $d$  aus  $D$  die Gewinnsumme  $s(m,d)$
3. Gib das  $m$  zurück für das  $\sum_d s(m,d)$  maximal ist

# Bridge

## 1. Vergleich: BridgeMaster

- 180 Kartengebungen in 5 Schwierigkeitslevels

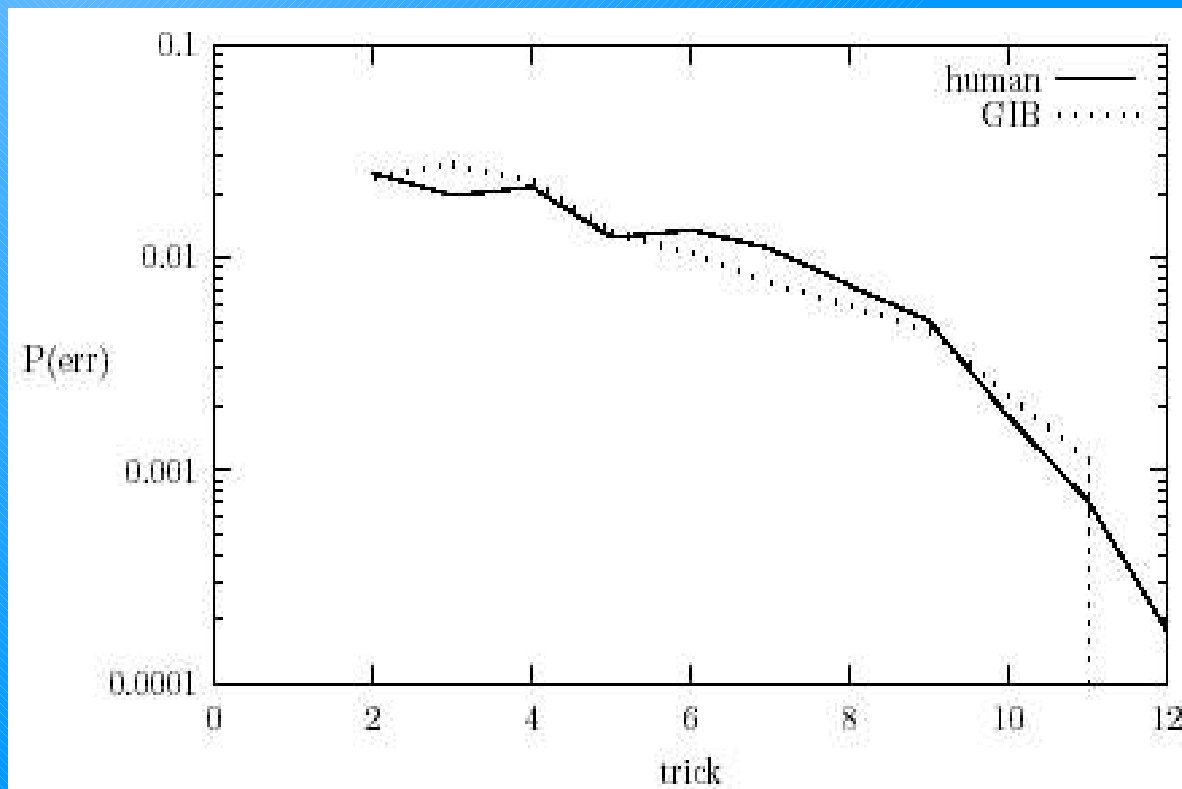
Level	BB	GIB
1	16	31
2	8	23
3	2	12
4	1	21
5	4	13
Total	33	100
%	18,3	55,6

BB Ver. 6 (aktuelle war 10):  
10 Sek. pro Zug

GIB: 90 Sek. für ganze Kartengeb.

# Bridge

2. Vergleich: Mensch - 34 weltbesten Kartenspieler  
- 12 Bridgeprobleme in 2 Tagen



Mensch: 90 Min.  
pro Kartengeb.  
GIB: 10 Min.

Endplatzierung: 12.

GIB als declarer  
(contract-Gewinner)  
- als defender > Fehler

# Bridge

Ziele des Reizens:

- Informationsaustausch mit dem Partner
- Gegner daran hindern dies zu tun
- Problem: viele verschiedene 'Sprachen'

Regeln in Datenbank gespeichert (unflexibel)  
subjektive Regeln des Autors

GIB ca. 3.000 Regeln, andere Programme mehr

Bei bekannten Kartengebungen schneidet GIB  
gut ab, bei unbekanntem extrem schlecht



# Bridge

B = Menge der Reizauswahlen  
Z = Datenbank

1. Konstruiere Set D von möglichen Kartengebungen (bisheriges Reizen betreffend)
2. Prophezeie mit Hilfe von Z für jede Wahl b aus B und jedes d aus D den Reizausgang und berechne die Gewinnsumme  $s(b,d)$
3. Gib das b zurück für das  $\sum_d s(b,d)$  maximal ist

# Bridge

- 8 Teilnehmer
- Vorrunde: jeder gegen jeden
- besten vier spielen Halbfinale und Finale
- kurze Vorrunde sollte Gleichgewicht gewähren:

	GIB	WB	MICRO	BUFF	Q-PLUS	CHIP	BARON	M'LARK	Total
GIB	–	14	11	16	7	19	16	17	100
WBRIDGE	6	–	19	13	16	7	18	20	99
MICRO	9	1	–	18	15	15	13	20	91
BUFF	4	7	2	–	12	20	5	20	70
Q-PLUS	13	4	5	8	–	11	14	11	66
BLUE CHIP	1	13	5	0	9	–	11	20	59
BARON	4	2	7	15	6	9	–	14	57
MEADOWLARK	3	0	0	0	9	0	6	–	18

GIB's einzige Turnierniederlage gegen einen Computer

# Bridge

Halbfinale gegen Bridge Buff  
48 Kartengeb. -> 39IMPs

Finale gegen Wbridge  
64 Kartengeb. -> 58 Kartengeb. -> 101IMPs  
Wbridge hat aufgegeben

Champion 2001, 2002, 2003:  
JACK (Holland)

# Bridge

Arbeiten an den Schwachstellen:

Reizen

Datenbank erweitern

in Moscito (Australien) konvertieren

Defensives Spiel

dem Partner einen Fehler erschweren

dem 'declarer' erleichtern

# Bridge

GIB zur Zeit:

- fast Expertenniveau
- stärkstes Computerbridgeprogramm weltweit
- entdeckte neues Ende beim Spiel gegen BB

Bridge Baron:

- versucht menschliche Spielweise zu kopieren
- mittels Hierarchical Task Network (HTN)
- Grund: Deep Blue vs. Kasparov 1997
  - 60 Mrd. Knoten pro Zug
  - Mensch ein paar Dutzend

# Bridge

worst case vollst. Suchbaum:  $10^{44}$  Blätter

worst case HTN: 305.000 Blätter

Durchschnitt:  $10^{24}$  vs. 26.000

Bridge Baron:

- HTN planning zerteilt die 'schwierige' Aufgabe in viele kleine 'leichte' Teilaufgaben
- mögliche Lösungswege werden bewertet
- gewinnbringendster Lösungsweg gewählt

# Bridge

## Turnierergebnisse 1997: Baron Barclay World Bridge Computer Challenge

Program	Country	Score
Q-Plus	Germany	+39.74 IMPs
MicroBridge 8	Japan	+18.00 IMPs
Bridge Baron	USA	+7.89 IMPs
Meadowlark	USA	-64.00 IMPs
GIB	USA	-68.89 IMPs

Vorrunde:  
Mensch vs. Computer

Program	Country	Performance
Bridge Baron	USA	1st place
Q-Plus	Germany	2nd place
MicroBridge 8	Japan	3rd place
Meadowlark	USA	4th place
GIB	USA	5th place

Finalrunden:

Bridge Baron

Computer vs. Computer

# Bridge

## Quellen:

- 'GIB: Imperfect Information in a Computationally Challenging Game', Matthew L. Ginsberg
- 'Computer Bridge: A Big Win for AI Planning', S.J.J. Smith, D. Nau, T. Throop

<http://ny-bridge.com/allevy/Montreal/indexMenton.html>

<http://www.acbl.org>

