

Bringing Probabilistic Programming to MS Excel

Tobias Standop

30. Juni 2016

Inhaltsverzeichnis

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

1 Einleitung und Motivation

- Einführendes Beispiel
- TrueSkill-Modell
- Microsoft Excel
- Ziel des Vortrags

2 Tabular

- Was ist Tabular?
- Wofür braucht man Tabular?
- Funktionsweise
 - Konstruktion eines probabilistischen Modells
 - Übersetzung in Fun
- Update

3 Vorstellung des Add-Ins

4 Referenzen

Inhaltsverzeichnis

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

1 Einleitung und Motivation

- Einführendes Beispiel
- TrueSkill-Modell
- Microsoft Excel
- Ziel des Vortrags

2 Tabular

- Was ist Tabular?
- Wofür braucht man Tabular?
- Funktionsweise
 - Konstruktion eines probabilistischen Modells
 - Übersetzung in Fun
- Update

3 Vorstellung des Add-Ins

4 Referenzen

Einführendes Beispiel

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?

Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise

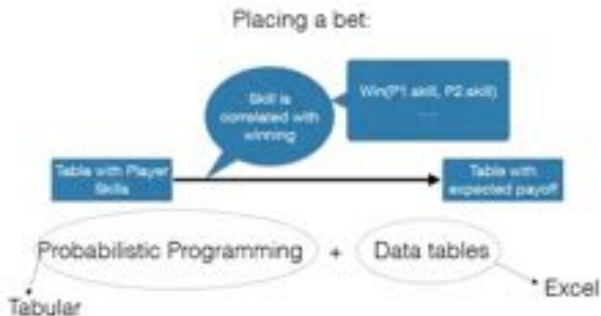
Konstruktion

Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen



Darstellung in Tabellen

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?

Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise

Konstruktion

Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

ID	Name
0	Anna
1	Bob
2	Cynthia

ID	Spieler1	Spieler2	Spieler1Gewinnt
0	0	1	ja
1	1	2	nein
2	0	2	?

Diese Tabellen könnten so in MS Excel festgehalten werden!

Darstellung der Tabellen

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?

Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise

Konstruktion

Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

Diese Tabellen werden im Folgenden auch so dargestellt:

Spieler

Name	string
------	---------------

Partie

Spieler1	link (Spieler)
----------	-----------------------

Spieler2	link (Spieler)
----------	-----------------------

Spieler1Gewinnt	bool
-----------------	-------------

- Bayes'scher **Ranking-Algorithmus**
- Entwickelt von Microsoft Research im Jahr 2006
- **Schätzt die Fähigkeit** eines Spielers **in Bezug auf** dessen **Leistungen und Ergebnisse**
- Zum Matchmaking in Onlinespielen auf der Xbox verwendet

Was ist Microsoft Excel?



Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

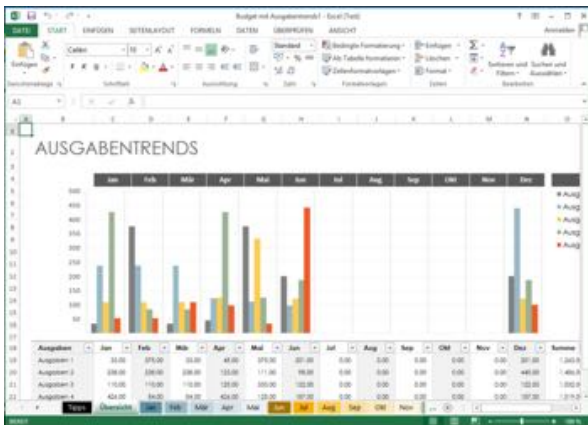
Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen



Ziel des Vortrags

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

- Vorstellung der wahrscheinlichkeitstheoretischen Programmiersprache *Tabular*
- **Nicht:** Ablauf/Berechnung der Schlussfolgerungen

Quellen des Vortrags

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?

Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise

Konstruktion

Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen



Gordon, A. et al. (2013): „Tabular: A Schema-Driven Probabilistic Programming Language“.



Gordon, A. et al. (2014): „Probabilistic Programs as Spreadsheet Queries“.

Inhaltsverzeichnis

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

- 1 Einleitung und Motivation
 - Einführendes Beispiel
 - TrueSkill-Modell
 - Microsoft Excel
 - Ziel des Vortrags
- 2 Tabular
 - Was ist Tabular?
 - Wofür braucht man Tabular?
 - Funktionsweise
 - Konstruktion eines probabilistischen Modells
 - Übersetzung in Fun
 - Update
- 3 Vorstellung des Add-Ins
- 4 Referenzen

Was ist *Tabular*?

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?

Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise
Konstruktion

Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

- **Wahrscheinlichkeitstheoretische Programmiersprache** für maschinelles Lernen
- Als Add-In für MS Excel erhältlich
- Kernidee: Programme werden durch **Hinzufügen von probabilistischen Modellausdrücken zu existierenden Relationenschemata** geschrieben
- Anwendungsgebiete: Erstellung von Klassifikationen, Empfehlungen, Rankings oder Zusammenlagerungen aus vorhandenen Daten

Wofür braucht man *Tabular*?

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?

Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

- **Lernen und Schlussfolgerungen bilden** aus gegebenen Daten
- Weltweit große Anzahl an Datensätzen in Tabellenkalkulationsprogrammen gehalten
- Dem **einfachen Nutzer** von Excel ermöglichen Schlussfolgerungen durch textuelle Anmerkungen zu bilden **ohne selbst Code zu schreiben.**
- **Keine Datenexporte notwendig!**

Inhaltsverzeichnis

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

1 Einleitung und Motivation

- Einführendes Beispiel
- TrueSkill-Modell
- Microsoft Excel
- Ziel des Vortrags

2 Tabular

- Was ist Tabular?
- Wofür braucht man Tabular?
- Funktionsweise
 - Konstruktion eines probabilistischen Modells
 - Übersetzung in Fun
- Update

3 Vorstellung des Add-Ins

4 Referenzen

Funktionsweise von *Tabular*

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise

Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

	B	C	D	E	F	G
	Spieler		Partie	Spieler1	Spieler2	Spieler1Gewinn
	Alice		0	Alice	Bob	FALSE
	Bob		1	Bob	Cynthia	FALSE
	Cynthia		2	Alice	Cynthia	



Spieler			
Name	string	input	
Fähigkeit	real	latent	Gaussian(25.0,0.1)

Partie			
Spieler1	link (Spieler)	input	
Spieler2	link (Spieler)	input	
Leistung1	real	latent	Gaussian(Spieler1.Fähigkeit, 1.0)
Leistung2	real	latent	Gaussian(Spieler2.Fähigkeit, 1.0)
Spieler1Gewinn	bool	output	Leistung1 >= Leistung2



	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
Players										
Player	id	link								
Cynthia	Gaussian(25.75, 82.28)	29.75454304								
Bob	Gaussian(25, 70.66)	25								
Alice	Gaussian(29.25, 82.28)	20.24543896								
Matches										
Match	Player1	Player2	Part1	Part2	Win					
0	Alice	Bob	Gaussian(15.48, 129.1)	Gaussian(25.75, 123.6)	Bermoulli(0)					
1	Bob	Cynthia	Gaussian(20.25, 123.6)	Gaussian(14.51, 129.1)	Bermoulli(0)					
2	Alice	Cynthia	Gaussian(20.25, 182.3)	Gaussian(25.75, 182.3)	Bermoulli(0.3093)					

Funktionsweise von *Tabular*

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise

Konstruktion
Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

- Kernidee: Hinzufügen von probabilistischen Modellausdrücken zu existierenden Relationenschemata
- Konstruktion von probabilistischen Modelle aus nicht-probabilistischen Datenschemata
- Übersetzung eines solches probabilistisches Modell in *Fun*

Was ist *Fun*?

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise

Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

- Kalkül, das **Bayes'sche Schlussfolgerungen durch funktionale Wahrscheinlichkeitsprogrammierung** ermöglicht
- *Infer.NET Fun* die dazugehörige imperative Sprache
- *Infer.NET Fun* wandelt **F#-Syntax in ausführbare, probabilistische Modellsprache** für Bayes'sches Maschinenlernen um

Fortsetzung: Funktionsweise von *Tabular*

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise

Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

- Konstruktion von probabilistischen Modelle aus nicht-probabilistischen Datenschemata
- Übersetzung eines solches probabilistisches Modell in *Fun*
- C#-Programm berechnet aus von *Fun* erschlossenen Schlussfolgerungen die Resultate und schreibt sie zurück in Tabellenkalkulationsprogramm

Konstruktion eines probabilistischen Modells

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise

Konstruktion

Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

(1) Starte mit einem Relationenschema.

Relationenschema

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise

Konstruktion

Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

Spieler

Name **string**

Partie

Spieler1 **link** (Spieler)

Spieler2 **link** (Spieler)

Spieler1Gewinnt **bool**

Konstruktion eines probabilistischen Modells

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?

Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise

Konstruktion

Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

- (1) Starte mit einem Relationenschema.
- (2) Füge verborgene Spalten hinzu.

Arten von Spaltentypen

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular
Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

■ Input

- Setzt probabilistisches Modell fest
- Hat keinen Modellausdruck
- Werte können nicht berechnet werden
- Werte in einer solchen Spalte dürfen nicht unbekannt sein

■ Output

- Hat einen Modellausdruck
- Werte können berechnet werden
- Entweder vollständig (*observed*) oder lückenhaft (*observable*)

■ Latent

- Hilfsspalte
- Nicht in ursprünglicher Datenbank vorhanden
- Hat einen Modellausdruck
- Werte können berechnet werden

Anwendung auf das Relationenschema

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?

Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise

Konstruktion

Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

Spieler

Name	string	input
Fähigkeit	real	latent

Partie

Spieler1	link (Spieler)	input
Spieler2	link (Spieler)	input
Leistung1	real	latent
Leistung2	real	latent
Spieler1Gewinnt	bool	output

Konstruktion eines probabilistischen Modells

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise

Konstruktion

Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

- (1) Starte mit einem Relationenschema.
- (2) Füge verborgene Spalten hinzu.
- (3) Ergänze probabilistische Modellausdrücke für verborgene und Output-Spalten.

Anwendung auf das Relationenschema

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?

Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise

Konstruktion

Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

Spieler

Name	string	input
------	--------	-------

Fähigkeit	real	latent	Gaussian(25.0,0.1)
-----------	------	--------	--------------------

Partie

Spieler1	link (Spieler)	input
----------	----------------	-------

Spieler2	link (Spieler)	input
----------	----------------	-------

Leistung1	real	latent	Gaussian(Spieler1.Fähigkeit, 1.0)
-----------	------	--------	-----------------------------------

Leistung2	real	latent	Gaussian(Spieler2.Fähigkeit, 1.0)
-----------	------	--------	-----------------------------------

Spieler1Gewinnt	bool	output	Leistung1 > Leistung2
-----------------	------	--------	-----------------------

Konstruktion eines probabilistischen Modells

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise

Konstruktion

Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

- (1) Starte mit einem Relationenschema.
- (2) Füge verborgene Spalten hinzu.
- (3) Ergänze probabilistische Modellausdrücke für verborgene und vollständige Spalten.
- (4) Ermittle Daten und Schlussfolgerungen.

Zwei Arten der Deduktion

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?

Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise

Konstruktion

Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

(a) *Query-by-Latent-Column*

- Vollständige Datenbank gegeben
- Bestimmung der Werte/der Verteilungsfunktionen für verborgene Spalten

(b) *Query-by-Missing-Value*

- Fehlende Werte in *Output*-Spalte vorhanden
- Berechnung/Voraussage dieser fehlenden Werte

Query-by-Latent-Column - Beispiel

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?

Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise

Konstruktion

Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

ID	Name
0	Anna
1	Bob
2	Cynthia

ID	Spieler1	Spieler2	Spieler1Gewinnt
0	0	1	nein
1	1	2	nein
2	0	2	nein

⇒ Z. B. Fähigkeit der einzelnen Spieler berechnen

Query-by-Missing-Value - Beispiel

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?

Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise

Konstruktion

Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

ID	Name
0	Anna
1	Bob
2	Cynthia

ID	Spieler1	Spieler2	Spieler1Gewinnt
0	0	1	nein
1	1	2	nein
2	0	2	?

⇒ Ergebnis der Partie zwischen Anna und Cynthia ermitteln

Übersetzung in Fun

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise
Konstruktion

Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

Übersetzung von Datenbankschema hin zu einem Modell in Fun:

- Übersetze erst **jede Tabelle** des Schemas einzeln
- Übersetze danach zusätzlich das **gesamte Schema**

Übersetzung in Fun - Illustration am Beispiel(1)

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion

Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

LineareRegression

μ_A	real	hyper	0
μ_B	real	hyper	0
A	real	param	Gaussian($\mu_A, 1$)
B	real	param	Gaussian($\mu_B, 1$)
X	real	input	
Z	real	latent	$A * X + B$
Y	real	output	Gaussian(Z, 1)

Illustration am Beispiel(1) - Fortsetzung

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

Modell einer Zeile der Tabelle *LineareRegression*:

```
Hyper      {muA = 0;muB = 0}
Prior(h)   {A$ = {};A = Gaussian(h.muA,1);
           B$ = {};B = Gaussian(h.muB,1);
           Z$ = {};Y$ = {}}
```

Gen(h,w,x) **let** Z = w.A*x.X + w.B **in**
let Y = Gaussian(Z,1) **in**
({Y=Y},{Z=Z})

Übersetzung in Fun - Illustration am Beispiel(2)

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise
Konstruktion

Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

Spieler

Name	string	input
------	--------	-------

Fähigkeit	real	latent	Gaussian(25.0,0.1)
-----------	------	--------	--------------------

Partie

Spieler1	link (Spieler)	input
----------	----------------	-------

Spieler2	link (Spieler)	input
----------	----------------	-------

Leistung1	real	latent	Gaussian(Spieler1.Fähigkeit, 1.0)
-----------	------	--------	-----------------------------------

Leistung2	real	latent	Gaussian(Spieler2.Fähigkeit, 1.0)
-----------	------	--------	-----------------------------------

Spieler1Gewinnt	bool	output	Leistung1 > Leistung2
-----------------	------	--------	-----------------------

Illustration am Beispiel(2) - Fortsetzung

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise

Konstruktion
Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

Modell P_1 einer Zeile der Tabelle *Spieler*:

```
Hyper      {}  
Prior(h)   {Fähigkeit$ = {}}  
Gen(h,w,x) let Fähigkeit = Gaussian(25,0.1) in  
           ({} , {Fähigkeit = Fähigkeit})
```

Illustration am Beispiel(2) - Fortsetzung

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

Modell P_2 einer Zeile der Tabelle *Partie*:

```
Hyper      {}  
Prior(h)   {Leistung1$ = {};Leistung2$ = {};Spieler1Gewinn$ = {}}  
Gen(h,w,x) let Leistung1 = Gaussian(Spieler[x.Spieler1].Fähigkeit,1) in  
           let Leistung2 = Gaussian(Spieler[x.Spieler2].Fähigkeit,1) in  
           let Spieler1Gewinn = Leistung1 > Leistung2 in  
           ({Spieler1Gewinn = Spieler1Gewinn},  
            {Leistung1 = Leistung1;Leistung2 = Leistung2})
```

Illustration am Beispiel(2) - Fortsetzung

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel

Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?

Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise

Konstruktion

Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

Modell für das *TrueSkill*-Schema

```
Hyper      {#Spieler = 1,#Partien = 1}  
Prior(h)   {Spieler =  $P_1$ .Prior( $P_1$ .Hyper),  
            Parteien =  $P_2$ .Prior( $P_2$ .Hyper)}
```

```
Gen(h,w,x)
```

```
let Spieler = [for i<h.#Spieler →  
               let Fähigkeit = Gaussian(25,0.01) in  
               {Fähigkeit = Fähigkeit}]
```

Illustration am Beispiel(2) - Fortsetzung

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

```
let Partien = [for i < h.#Partien →
  let Spieler1 = x.Partien[i].Spieler1 in
  let Spieler2 = x.Partien[i].Spieler2 in
  let Leistung1 = Gaussian(Spieler[Spieler1].Fähigkeit,1) in
  let Leistung2 = Gaussian(Spieler[Spieler2].Fähigkeit,1) in
  let Spieler1Gewinnt = Leistung1 > Leistung2 in
  ({Spieler1 = Spieler1;Spieler2 = Spieler2;
  Spieler1Gewinnt = Spieler1Gewinnt;
  Leistung1 = Leistung1;Leistung2 = Leistung2})]
({ Spieler = [for i < h.#Spieler → {}];
  Partien = [for i < h.#Partien →
    {Spieler1Gewinnt = Partien[i].Spieler1Gewinnt}],
  { Spieler = [for i < h.#Spieler → {Fähigkeit = Spieler[i].Fähigkeit}];
  Partien = [for i < h.#Partien →
    {Leistung1 = Partien[i].Leistung1;Leistung2 = Partien[i].Leistung2 } ]})
```

Update von Tabular

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

- 2014 vorgestellt
- Grundgerüst wie in ursprünglicher Version
- Einige Erweiterungen
- **Reduktion der Fehleranfälligkeit**
- **Vereinfachung der Nutzung**

Pseudo-deterministische Abfragen auf Daten

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

Abfragen durch **drei Arten von Variablen** spezifiziert:

- (1) Deterministische Variablen (*det*-Space)
- (2) Nicht-deterministische Zufallsvariablen (*rnd*-Space)
- (3) Pseudo-deterministische Abfragevariablen (*qry*-Space)

Neue Features in Tabular

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

Drei neue Features in *Tabular*:

- (1) Benutzerdefinierte Funktionen
- (2) Benutzerdefinierte Abfragen
- (3) Wertindizierte, abhängige Typen

Inhaltsverzeichnis

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

- 1 Einleitung und Motivation
 - Einführendes Beispiel
 - TrueSkill-Modell
 - Microsoft Excel
 - Ziel des Vortrags
- 2 Tabular
 - Was ist Tabular?
 - Wofür braucht man Tabular?
 - Funktionsweise
 - Konstruktion eines probabilistischen Modells
 - Übersetzung in Fun
 - Update
- 3 Vorstellung des Add-Ins
- 4 Referenzen

Add-In *Tabular* für MS Excel

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?

Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise

Konstruktion

Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

Von *Microsoft Research* als kostenloser Download bereitgestellt:

[https://www.microsoft.com/en-us/research/project/
tabular/](https://www.microsoft.com/en-us/research/project/tabular/)

Add-In *Tabular* für MS Excel

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

The screenshot shows the Microsoft Excel interface. The ribbon is set to the 'ADD-INS' tab. Two add-in tabs are visible: 'POWERPIVOT' and 'Tabular', both of which are highlighted with red rectangular boxes. The 'POWERPIVOT' tab is on the left, and the 'Tabular' tab is on the right. Below the ribbon, the Excel grid is visible, with column B selected. The formula bar shows 'B2' and contains a multiplication symbol and a function icon.

Add-In *Tabular* für MS Excel

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the 'EINFÜGEN' (Insert) ribbon selected. The 'Tabelle' (Table) button is highlighted with a red box. A tooltip is displayed over the 'Tabelle' button, containing the following text:

Tabelle (Strg+T)
Eine Tabelle erstellen, in der verwandte Daten organisiert und analysiert werden.
Mit Tabellen können Daten in einem Tabellenblatt auf einfache Weise sortiert, gefiltert und formatiert werden.
[Weitere Infos](#)

The spreadsheet grid below the ribbon shows columns A through L and rows 1 through 21. The cell B2 is selected.

Add-In *Tabular* für MS Excel

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the following data table:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2		Player		Match	Player1	Player2	Win1			
3		Alice		0	Alice	Bob	FALSE			
4		Bob		1	Bob	Cynthia	FALSE			
5		Cynthia		2	Alice	Cynthia				
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										

Add-In *Tabular* für MS Excel

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

Ranking - TrueSkill Raw OutOfDateStatus - Excel

POWERPivot Tabular ENTW

Zu Datenmodell hinzufügen

Zum Datenmodell hinzufügen

Erstellen Sie eine verknüpfte Tabelle, indem Sie dem Datenmodell diese Excel-Tabelle hinzufügen. Verknüpfte Tabellen entsprechen einem Levelink zwischen der Tabelle in Excel und der Tabelle im Datenmodell. Dies führt dazu, dass die Daten im Modell bei einem Update der Tabelle in Excel automatisch aktualisiert werden. Wenn diese Tabelle bereits im Datenmodell enthalten ist, wird dem Modell durch diese Aktion automatisch eine Kopie hinzugefügt.

Microsoft Office PowerPivot for Excel 2013
Weitere Infos

	A	B	C	D		H	I	J	K	L	M
1											
2		Player		Match	Play						
3		Alice		0	Alice						
4		Bob		1	Bob						
5		Cynthia		2	Alice						
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											

Add-In *Tabular* für MS Excel

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the 'Tabular' add-in ribbon active. The ribbon contains several groups of icons, including 'Diagramme', 'Ausgewählte anzeigen', and 'Bereichsbereich'. A red box highlights the 'Diagramme' group. Below the ribbon, a data table is visible with the following content:

Match	Player1	Player2	Was1	Spalte hinzufügen
0	Alice	Bob	FALSE	
1	Bob	Cynthia	FALSE	
2	Alice	Cynthia		

A context menu is open over the table, with a red box highlighting the 'Umbenennen' (Rename) option. The context menu also includes options like 'Löschen', 'Verschieben', 'Beschreibung...', 'Als Gridtools ausblenden', and 'Bereichsbereich anzeigen'.

Add-In *Tabular* für MS Excel

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

PowerPivot für Excel - Ranking - TrueSkill Raw DataBearbeitet.xlsx

Beziehung erstellen
Erstellt eine Beziehung zwischen zwei Tabellen im PowerPivot-Fenster.

Players
Player

Matches
Match
Player1
Player2
Win1

Add-In *Tabular* für MS Excel

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

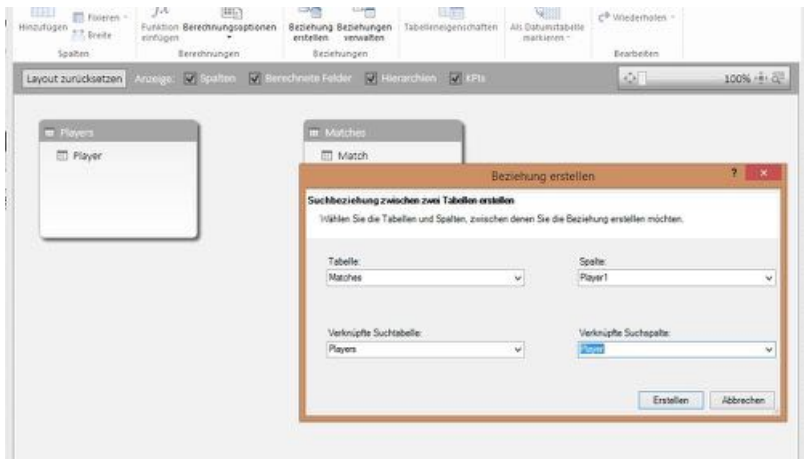
Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen



Add-In *Tabular* für MS Excel

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

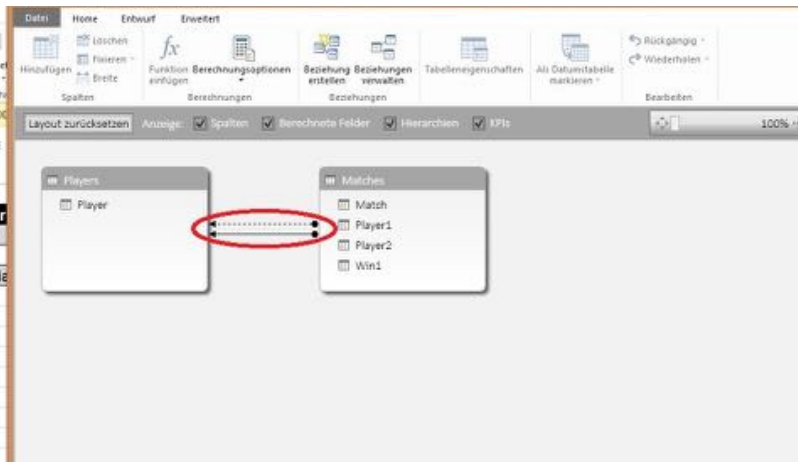
Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen



Add-In *Tabular* für MS Excel

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the 'Tabular' add-in ribbon active. The ribbon includes options like 'START', 'EINFÜGEN', 'SEITENLAYOUT', 'FORMELN', 'DAFEN', 'ÜBERPRÜFEN', 'ANSICHT', 'ADD-INS', 'PDF Architect 4 Creator', 'POWERPIVOT', 'Tabular', and 'ENTWURF'. A 'Model' button is also visible. Below the ribbon, a table is displayed with the following data:

Match	Player1	Player2	Win1
0	Alice	Bob	FALSE
1	Bob	Cynthia	FALSE
2	Alice	Cynthia	

Add-In *Tabular* für MS Excel

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?

Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise

Konstruktion

Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the Tabular add-in. The spreadsheet data is as follows:

Player	Match	Player1	Player2	Win1
Alice	0	Alice	Bob	FALSE
Bob	1	Bob	Cyria	FALSE
Cyria	2	Alice	Cyria	

The Tabular pane on the right shows the 'Match and Player Transformations' dialog box with the following options:

- Default Model: [Dropdown]
- Tapel Model: [Dropdown]
- Case Model: [Dropdown]
- TrueSkill: [Dropdown]

The 'Apply' button is highlighted in red.

Add-In *Tabular* für MS Excel

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?

Wofür braucht
man Tabular?

Funktionsweise

Konstruktion

Übersetzung in
Fun

Update

Add-In

Quellen

Ranking

DATE | START | EINFÜGEN | SEITENLAYOUT | FORMELN | DATEN | ÜBERPRÜFEN | ANSICHT | ADD-INS

Verwalten Berechnete Felder+ KPi+

Vertikal ausrichten Horizontal ausrichten

Zu Datenmodell hinzufügen

Alle aktualisieren

Erkennen

Einstellungen

Datenmodell Berechnungen

Skizzenrichtung

Tabellen

Beziehungen

A1 | X ✓ f_x Players[Player]

	A	B	C	D	E	F	G
1	Players[Player]						
2							
3	Matches[Match]						
4	Player1	link(Players) det	input				
5	Player2	link(Players) det	input				
6	Win1	string rnd	output	#to be completed			
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							

Tabular_TrueSkill | **Tabular_Default_Model** | Data

Add-In *Tabular* für MS Excel

Bringing Probabilistic Programming to MS Excel

Tobias Standop

Einleitung und Motivation

Einführendes Beispiel

TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?

Wofür braucht man Tabular?

Funktionsweise

Konstruktion

Übersetzung in Fun

Update

Add-In

Quellen

The screenshot displays the Microsoft Excel interface with the Tabular add-in. The spreadsheet contains the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Player1	Player												
2	Skill	real rnd	latent	Gaussian(21.5, 100.0)										
3	Rank	real lat	latent	infer.Gaussian.Mean(Skill)										
4														
5	Matches	Match												
6	Player1	link(Players) det	input											
7	Player2	link(Players) det	input											
8	Perf1	real rnd	latent	Gaussian(Player1.Skill, 100.0)										
9	Perf2	real rnd	latent	Gaussian(Player2.Skill, 100.0)										
10	Score	bool link	output	Perf1 > Perf2										
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														

The Tabular interface on the right shows the following elements:

- Buttons for 'Run' and 'Help' (highlighted in yellow).
- A message: "Your model is verified and ready to use!" (highlighted in red).
- Buttons for 'Validate Data' and 'Run' (highlighted in red).
- Options for 'Break Symmetry' (checked), 'Save to disk', and 'Extract Code'.
- A 'Graph Output' button.
- A 'Tabular' button at the bottom.

Add-In *Tabular* für MS Excel

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

The screenshot displays an Excel spreadsheet with a data table and the Tabular add-in interface. The data table is as follows:

Player	Rank	Deviation	Mean	Match	Player 1	Player 2	Player 1 Points	Player 2 Points	Result
Cynthia	25	75	82.28	25	1	Bob	129.1	129.6	BobWins
Bob	25	70	86	25	1	Bob	129.6	129.1	BobWins
Alice	25	82.28	36.14540186	25	2	Alice	182.3	182.3	BobWins(0.9875)

The Tabular add-in interface is visible on the right side of the screen. It includes a 'Model and Model Transformations (wait then apply)' section with a 'TrueSkill' dropdown and an 'Apply' button. Below this, there is a message: '25/26/27 successful compile of model "TrueSkill"'. The 'Your model is verified and ready to use!' section contains a 'Validated Data' button (highlighted with a yellow circle), a 'Info' button (highlighted with a yellow circle), and a 'Factor Graph' button. There are also checkboxes for 'Break Symmetry', 'Save to disk', and 'Export Code', along with a 'Graph Tools' button. At the bottom, there is an 'Output' section with a 'Model-Core Tabular' dropdown and a 'Log' button. The output text includes: 'Index: 10/17 version: 2.0.41116.1', 'table: PlayerRank', 'Skill: real - mul-table: Gaussian(25.0, 100.0)', 'Rank: real - on: history after: Gaussian-Mean(Skill)', and 'table: MatchResult'. There are also yellow arrows pointing to specific cells in the data table.

Inhaltsverzeichnis

Bringing
Probabilistic
Programming
to MS Excel

Tobias
Standop

Einleitung und
Motivation

Einführendes
Beispiel
TrueSkill-Modell
Microsoft Excel
Ziel des Vortrags

Tabular

Was ist Tabular?
Wofür braucht
man Tabular?
Funktionsweise
Konstruktion
Übersetzung in
Fun
Update

Add-In

Quellen

- 1 Einleitung und Motivation
 - Einführendes Beispiel
 - TrueSkill-Modell
 - Microsoft Excel
 - Ziel des Vortrags
- 2 Tabular
 - Was ist Tabular?
 - Wofür braucht man Tabular?
 - Funktionsweise
 - Konstruktion eines probabilistischen Modells
 - Übersetzung in Fun
 - Update
- 3 Vorstellung des Add-Ins
- 4 Referenzen



Herbrichs, R. et al.: „TrueSkill: A Bayesian Skill Rating System“.



Microsoft Excel

https://de.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Excel