

David Elsweiler, Regensburg, Morgan Harvey, Erlangen, und Bernd Ludwig, Regensburg

Kochen im Kontext – Am Alltag orientierte Empfehlung von Gerichten

Essen und Trinken sind alltägliche Verrichtungen. Nichtsdestotrotz oder gerade wegen der angeblichen Routine, die Menschen dabei haben, sind Essgewohnheiten, die der Gesundheit abträglich sind, an der Tagesordnung. Im diesem Beitrag stellen die Autoren aktuelle Forschungsarbeiten vor, mit denen sie darauf abzielen, Informationssysteme zu entwickeln, die Menschen auf schlechte Essgewohnheiten aufmerksam machen und Vorschläge für verbessertes Verhalten geben.

Deskriptoren: Informationssystem, Ernährung, empirische Untersuchung, Empfehlung

Learning user tastes: a first step to generating healthy meal plans?

Eating and drinking are human everyday activities. Nevertheless, or perhaps just because of the supposed routing in doing this, the dietary habits of many people are very poor and even dangerous for health and well-being. In this contribution, the authors present their current research work that aims at developing information systems, which can alert users in case their dietary choices are poor and recommend ideas for improved behaviour.

Keywords: information system, nutrition, empirical analysis, recommendation system

Cuisiner en contexte – recommandation de plats orientée vers la vie quotidienne

Manger et boire sont des activités quotidiennes. Néanmoins, ou plutôt à cause de la routine présumée de l'être humain dans ce domaine, les habitudes qui nuisent à la santé sont monnaie courante. Dans cet article, les auteurs présentent des recherches actuelles qui ont pour but de développer des systèmes d'information amenant à conscientiser les gens sur leurs mauvaises habitudes alimentaires et proposent des suggestions pour un meilleur comportement.

Mots-clés: système d'information, régime alimentaire, étude empirique, recommandation

1 Essgewohnheiten im Alltag

In den modernen, vom Wohlstand geprägten Ländern können sich die Menschen den Luxus leisten, aus einer großen Fülle von Lebensmitteln und Gerichten zu wählen. Diese Entscheidungen sind von zahlreichen persönlichen und sozialen Faktoren beeinflusst (Nestle et al., 1998) und können die Verbraucher sogar überfordern (Scheibehenne, Greifeneder, & Todd, 2010).

Es gibt klare Hinweise darauf, dass aus ernährungswissenschaftlicher Sicht falsche Entscheidungen negative Konsequenzen auf Gesundheit und Wohlbefinden haben. „Volkskrankheiten“ wie Fettleibigkeit, (WHO, 2012), Diabetes (UK, 2012) and Bluthochdruck (Scarborough et al., 2010) sind seit langem auf dem Vormarsch und bekanntermaßen auch von falschen Ernährungsgewohnheiten verursacht. Die Fachliteratur bestätigt jedoch, dass diesen Ursachen vorgebeugt werden kann – gelegentlich können Fehlentwicklungen auch korrigiert werden durch angemessene Änderungen in der eigenen Ernährung (Ornish et al., 1990). Dazu sind Menschen aber oft nicht ausreichend über die gesundheitlichen Effekte ihrer Ernährung informiert (Johansson, Wikman, Ahrn, Hallmans, & Johansson, 2001). Nicht einmal, wenn sie einen Zusammenhang zwischen Gesundheitszustand und Ernährung erkennen, verfügen sie über genügend Kenntnisse, wie die Ernährung umgestellt werden sollte.

Daher könnten viele Betroffene von Unterstützung profitieren, die ihnen erlaubt, die Balance zwischen gesunder und geschmacklich ansprechender und auf ihre Kochkenntnisse und -interessen abgestimmte Ernährung zu finden. Essensvorschläge ohne diese Balance wären ja nutzlos, weil die Vorschläge nicht angenommen würden.

Ein technischer Weg, diese Unterstützung bereitzustellen, liegt in der Entwicklung eines Empfehlungssystems (Ricci, Rokach, Shapira, & Kantor, 2011; Jannach, Zanker, Felfernig, & Friedrich, 2011) für Gerichte. Wäre so ein System in der Lage, Gerichte vorherzusagen, die der Nutzer gerne isst, könnte es auch Vorschläge danach ausrichten, dass Gerichte nicht nur schmackhaft, sondern auch gesund und nahrhaft sind. Darüber hinaus könnte ein derartiges System dazu beitragen, dass über

einen längeren Zeitraum die Einnahme von Nährstoffen und ihr Verbrauch in Balance bleiben.

2 Informationssysteme zur Ernährungsberatung

In jüngster Zeit gab es einige interessante Veröffentlichungen über Informationssysteme zur Ernährungsberatung, insbesondere über Empfehlungssysteme. Dabei stand die Frage im Zentrum, wie die Geschmacksvorlieben von Nutzern besser verstanden werden können. Mit diesem Wissen werden dann Empfehlungen ermittelt, indem Bewertungen für Rezepte aus denen für ihre Zutaten vorhergesagt werden können. Freyne et al. (Freyne, Berkovsky, & Smith, 2011) belegen die Effektivität dieses Ansatzes, der deutliche Verbesserungen gegenüber Verfahren auf Basis des *collaborative filtering* erzielt. Unsere eigenen aktuellen Arbeiten basieren auf diesen Vorarbeiten. Wir möchten die Faktoren genauer analysieren, die einen Einfluss auf die Bewertung von Gerichten bzw. Rezepten durch Benutzer ausüben. Unsere Hypothese besteht darin, dass nicht nur die Zutaten, sondern weitere Faktoren aus dem Kontext der Vor- und Zubereitung sowie dem Verzehr des Gerichts für die Nutzerbewertungen verantwortlich sind. Desweiteren sind nicht nur das Vorhandensein oder Fehlen von Zutaten, sondern auch Kombinationen von Zutaten entscheidend und möglicherweise auch der Schwierigkeitsgrad des Rezepts oder die benötigte Zubereitungszeit, die Beschreibung der Arbeitsvorgänge, Nährwerte des Gerichts, die Verfügbarkeit benötigter Zutaten zuhause oder vor Ort.

Diese Faktoren wurden in einer webbasierten Studie erhoben und analysiert – wesentliche Ergebnisse dieser Analyse werden im vorliegenden Beitrag vorgestellt.

3 Webbasierte Datenerhebung

Um Daten über das Ernährungsverhalten zu erheben, entwickelten wir ein einfaches Webinterface, das nach dem Zufallsprinzip Rezepte aus einem Corpus von 912 Rezepten, die vom Portal <http://www.chefkoch.de> stammen. Nutzer konnten über eine personalisierte URL auf das Webinterface zugreifen. Das Interface präsentierte Rezepte, die zu einem sehr geringen Umfang auch Vorlieben von Nutzern berücksichtigten – so erhielten etwa Vegetarier keine Vorschläge für Rezepte mit Fleisch.

The screenshot shows a user evaluation interface. At the top, it says "Your evaluation" followed by five yellow stars. Below this is the heading "reasons for this rating". The interface is divided into three sections, each with a title and a list of checkboxes:

- Health reasons:**
 - Too many calories
 - Not healthy enough
 - Too much sugar
 - It is light and easy to digest
 - Suitable for a balanced diet
- Individual preferences:**
 - I do/must not eat an ingredient
 - I don't like that kind of dish
 - I'd prefer something else right now
 - I've eaten something similar too recently
 - I don't want to/can't eat meat tomorrow
 - I don't like this combination
 - Contains one of my favorite ingredients
 - I particularly enjoy this kind of dish
 - I really fancy this right now
 - A novel/interesting dish
- Preparation:**
 - It would take too long
 - I lack the necessary skills or device
 - I don't have/want to get all ingredients
 - Not suited for this time of day
 - I prefer ingredients I have at home now
 - It can be prepared quickly
 - It is easy to prepare
 - I already have most of the ingredients

Abb. 1: Bildschirmabbildung eines Teils der Bedienoberfläche zur Bewertung von Rezepten.

Über das Interface konnten die Nutzer eine pauschale Bewertung jedes Rezepts (Frühstück oder Hauptmahlzeit) auf einer fünfstufigen Skala abgeben. Über diese Bewertung hinaus konnten Nutzer Gründe für ihre Entscheidung angeben, indem sie die zutreffenden aus einer vorgegebenen Liste von Gründen auswählten (siehe Abbildung 1) oder nicht angeführte Begründungen in einer Textbox formulierten. Für die Erstellung der Liste war im Vorhinein eine Pilotstudie durchgeführt worden, in der elf Nutzer Rezepte bewertet hatten und in einem Interview über ihre Entscheidungskriterien befragt worden waren. Über das Webinterface wurde nicht abgefragt, ob die Nutzer die empfohlenen Gerichte auch tatsächlich verzehrten.

Zur Verbreitung des Webinterfaces wurden Mailinglisten und Twitter genutzt. 123 Nutzer aus vier Ländern beteiligten sich an einer neunmonatigen Erhebung und gaben 3672 Bewertungen ab. Die Anzahl der Teilnehmer stieg während der neun Monate stetig an; einige Teilnehmer waren nur wenige Wochen aktiv, während andere länger teilnahmen. Dieser Umstand dürfte in etwa das Nutzerverhalten mit einem voll funktionierenden System repräsentieren. Insgesamt vertreten wir die Meinung, dass wir ein sehr realistisches Corpus erhoben haben, das tatsächliche Nutzungsbedingungen wie die Verfügbarkeit von Zutaten, den Aufwand für die Zubereitung oder Abwechslung zwischen verschiedenen Gerichten widerspiegelt.

Bewertung	0	1	2	3	4	5
Anzahl	61	818	609	822	828	534
Prozentsatz	1,66	22,22	16,54	22,32	22,76	14,5

Tabelle 1: Verteilung der Bewertungen nach absoluten Zahlen und nach prozentualen Anteilen.

Tabelle 1 belegt zudem, dass das Corpus in Hinblick auf die abgegebenen Bewertungen realistisch ist, weil die große Streuung ($sd = 1,41$) die entsprechenden unterschiedlichen Vorlieben der Nutzer gut repräsentiert.

4 Exploratorische Analyse

Im Folgenden stellen wir überblicksartig die wesentlichen Ergebnisse unserer explorativen Datenanalyse vor, die aus der Interpretation verschiedener Regressionsmodelle gewonnen wurden.

Hauptmotivation für die Abwertung von Rezepten war der Umstand, dass das Rezept mindestens eine Zutat enthielt, die nicht den Vorlieben des Nutzers entsprach. Nicht passende Kombinationen von Zutaten und zu lange Zubereitungszeiten waren die nächstwichtigen Motive.

Positive Bewertungen wurden durch einfach oder schnell zuzubereitende Vorschläge, die Art des Gerichts und den Überraschungsfaktor des Vorschlags ausgelöst.

Auf die Gesundheit des Nutzers bezogene Gründe, wie etwa der Kaloriengehalt, der bloße Eindruck des Nutzers, ein Gericht sei gut für eine gesunde Ernährung, enthalte ausbalancierte Zutaten oder sei leicht verdaulich, wurden insgesamt seltener als Begründungen gewählt als die oben dargestellten Motive.

Die Teilgruppe der Nutzer, die mindestens einmal ein gesundheitsbezogenes Motiv angegeben hatten, gab jedoch bei 16,3 Prozent aller von ihr bewerteten Gerichte solche Motive an. Dies spiegelt wider, dass eine Gruppe gesundheitsbewusster Nutzer an der Studie teilnahm.

Zur Analyse der Abhängigkeiten zwischen den auswählbaren Begründungen sowie zwischen den abgegebenen Bewertungen und ihren Begründungen entwickelten wir verschiedene lineare Modelle. Das aufschlussreichste unter ihnen enthielt 23 Faktoren, unter denen 17 signifikant waren (d. h. $0.01 < p \leq 0.1$). Die restlichen 6 Faktoren sind hoch signifikant mit $p \ll 0.01$. Zu ihnen zählen die Zutatenkombination in einem Rezept, die Verträglichkeit für Vegetarier, der Gesamteindruck des Rezepts bezüglich seines Geschmacks und das Vorhandensein einer Lieblingszutat im Rezept. Alle diese Faktoren beziehen sich letztlich auf die Zutaten. Diese Beobachtung stützt die Ergebnisse von (Freyne et al., 2011), die ihr Haupt-

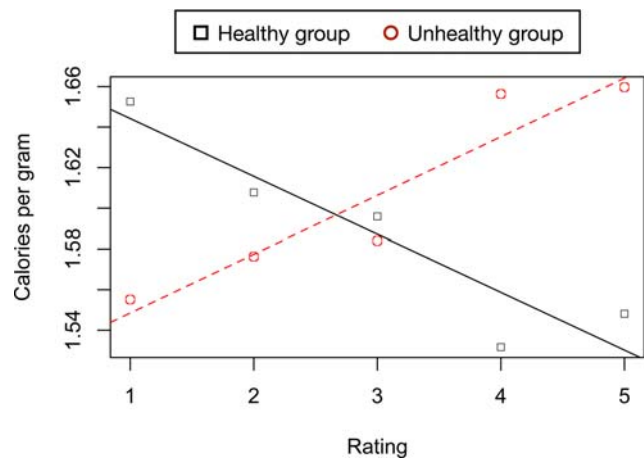


Abb. 2: Zusammenhang zwischen Kaloriengehalt und Bewertung bei mehr und weniger gesundheitsbewussten Personen.

augenmerk auf die Präferenzen für Zutaten eines Rezepts legte. Jedoch weisen sie auch drauf hin, dass die einzelnen Zutaten von den Nutzern nicht unabhängig gesehen werden, sondern ihre Kombinationen und das Gericht im Ganzen eine Rolle spielen.

Die beiden anderen hoch signifikanten Faktoren waren der Schwierigkeitsgrad des Gerichts und die Verfügbarkeit der notwendigen Zutaten zuhause. Interessanterweise spielte die notwendige Zeit für die Zubereitung des Gerichts keine Rolle, jedenfalls war dieser Faktor nicht signifikant.

Unter den nicht signifikanten Faktoren fanden sich die Einschätzung, ob das Gericht gesund sei, ob es zu ungesund sei und ob es verträglich und leicht verdaulich sei. Während diese Faktoren also für das Corpus insgesamt nicht bedeutsam waren, in dem alle Nutzer gleichwertig berücksichtigt sind, stellte sich die Frage, ob pro Nutzer eine höhere Signifikanz gefunden werden konnte – schließlich sollte sich das Gesundheitsbewusstsein ja eventuell auch in den Bewertungen und Begründungen niederschlagen. Um dieser Frage nachzugehen, betrachteten wir die Korrelation zwischen Kalorien- und Fettgehalt von Gerichten¹ mit ihrer Bewertung in zwei unabhängigen Gruppen von Nutzern. In der ersten Gruppe waren diejenigen Nutzer, die mindestens einmal einen auf die Gesundheit bezogenen Faktor als Begründung angeklickt hatten (Care-About-Health, $n = 53$, 2572 Bewertungen). Nutzer in der zweiten Gruppe hatten nie einen solchen Faktor angegeben (Don't-Care-About-Health, $n = 70$, 1110 Bewertungen). Die Abbildungen 2 und 3 zeigen deutliche Unter-

¹ Diese Werte wurden mit dem in (Müller, Harvey, Elweiler, & Mika, 2012) beschriebenen Verfahren errechnet.

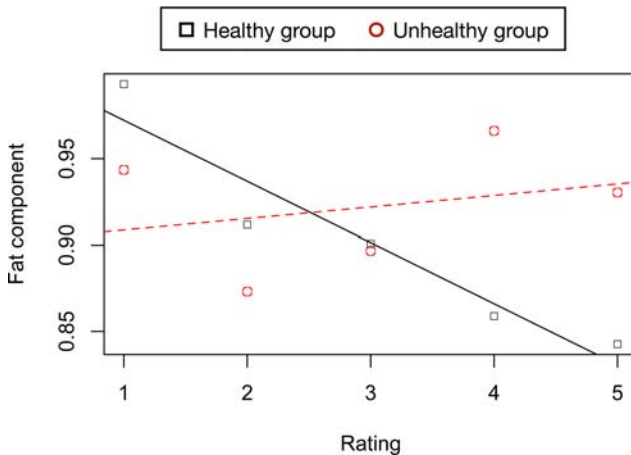


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Fettgehalt und Bewertung bei mehr und weniger gesundheitsbewussten Personen.

schiede zwischen den Bewertungen in den beiden verschiedenen Gruppen. Es gibt einen klaren Trend, dass

- mit steigendem Fettgehalt ($r^2 = 0.88$, $p = 0.012$) oder
- mit steigendem Kaloriengehalt ($r^2 = 0.87$, $p = 0.022$)

die Gruppe der Gesundheitsbewussten (Care-About-Health) schlechter bewertet, während in der Don't-Care-About-Health-Gruppe dieser Trend nicht festgestellt werden kann. Stattdessen steigt die Bewertung mit steigendem Kaloriengehalt ($r^2 = 0.73$, $p = 0.064$). Für den Fettgehalt ist dieser Trend nicht signifikant ($r^2 = 0.23$, $p = 0.643$). Wenn Empfehlungssysteme diese Faktoren berücksichtigen, können präzisere Vorhersagen getroffen werden.

Diese Analysen der gesammelten Daten zeigen die Komplexität des Entscheidungsablaufs für ein Rezept auf, das der Nutzer in nächster Zukunft kochen möchte. Die quantitative Analyse deckt dabei Faktoren auf, die in Empfehlungssystemen bei der Simulation des Entscheidungsprozesses genutzt werden können.

5 Konsequenzen für Empfehlungssysteme

Wie im vorausgegangenen Abschnitt beschrieben, konnten wir einige Regelmäßigkeiten in den Daten aufspüren, die darauf hinweisen, dass Empfehlungsalgorithmen bessere Vorhersagen für Nutzerpräferenzen ermitteln können, wenn Faktoren berücksichtigt werden, die das Rezept selbst oder den Kontext seiner Zubereitung charakterisieren.

Die in der Studie erhobenen Begründungen und Bewertungen unterstreichen die Bedeutung der Zutaten –

sowohl für positive als auch für negative Bewertungen. Diese Bedeutung wird aber relativiert durch die Funktion einer Zutat in einem Rezept. Werden zum Beispiel Tomaten nur zur Verzierung benötigt, ist der Einfluss auf die Bewertung geringer als wenn – wie in einer Tomatensuppe – die Zutat ein wesentlicher Bestandteil des Rezepts ist. Die Funktion von Zutaten aus den Anweisungen zum Rezept herauszulesen, ist eine interessante Herausforderung an spezialisierte Verfahren des Information Retrieval.

Ein weiterer Punkt, der zu berücksichtigen ist, besteht in der Bewertung von Variationen einer Zutat. Aus einer Bewertung für Eier ist der Schluss auf die Bewertung von Eiklar ohne Domänenwissen alles andere als offensichtlich. In der vorliegenden Studie, der ein nicht redigiertes Corpus aus dem Internet zugrunde liegt, treten ähnliche Effekte z. B. wegen verschiedener Schreibweisen oder Tippfehlern auf. Es ist aber zu vermuten, dass Bezeichnungen wie Ei und Eiklar in Form von Kookkurrenzen in den Arbeitsanweisungen eines Rezepts auftauchen. Dementsprechend bieten sich Verfahren zur Dimensionsreduktion von Term-zu-Term-Matrizen auf, um Kookkurrenzen n -ten Grades aufzudecken und Bewertungen relativ zu den Kookkurrenzen von bewerteten auf nicht bewertete Zutaten zu übernehmen.

Unsere Analysen sprechen weiterhin dafür, Nährwerte als Faktoren bei der Ermittlung von Empfehlungen zu berücksichtigen, um die Präzision von Vorhersagen zu erhöhen. Exemplarisch haben wir oben erläutert, dass wir in den Nutzern zwei Gruppen identifizieren konnten, für die Nährwerte einen erheblichen Einfluss auf die Bewertung haben. Die Zugehörigkeit eines Nutzers zu einer derartigen Gruppe kann also die Empfehlung erheblich verbessern, weil sie auf eine Prädisposition des Nutzers für diese Faktoren hinweist. Ob sich ähnliche Teilgruppen auch für andere Faktoren identifizieren lassen, bildet einen Teil unserer zukünftigen Arbeiten.

6 Der Weg zu komplexen Empfehlungssystemen

Die vorgestellten Ergebnisse wurden im Zusammenhang eines größeren Forschungsprojekts erarbeitet, in dem Empfehlungssysteme entwickelt werden sollen, die Nutzer dabei beraten können, zu einer gesünderen Ernährung zu gelangen und dabei die Vorlieben des Nutzers beim Kochen, Essen und Genießen berücksichtigen.

Die Empfehlungssysteme sollen dabei die Rolle übernehmen, ernährungswissenschaftliche Ergebnisse bei der

Auswahl von Vorschlägen zu berücksichtigen. Um die Ernährung einer Person auszubalancieren, genügt es nicht, nur ein Gericht zu bewerten. Vielmehr müssen Gerichte über mehrere Tage, wenn nicht Wochen, hinweg einbezogen werden. Entscheidend ist aber auch eine Einschätzung des täglichen Energieverbrauchs und typischer Aktivitätsmuster des Nutzers. In diesem Sinn implementieren wir derzeit ein komplexes Empfehlungssystem, das über einen Schrittzähler den Energieverbrauch abschätzt, dem Nutzer über ein Interface ermöglicht, seine Essgewohnheiten und körperlichen Aktivitäten zu dokumentieren, und schließlich darauf abgestimmte Ernährungspläne mit für den Nutzer interessanten Gerichten aufstellen kann, um das Kochen in den Kontext des Nutzeralltags zu stellen.

Literatur

- Freyne, J.; Berkovsky, S. & Smith, G. (2011). Recipe recommendation: accuracy and reasoning. In: Proc. umap (pp. 99–110). Berlin, Heidelberg: Springer. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2021855.2021865>
- Jannach, D.; Zanker, M.; Felfernig, A. & Friedrich, G. (2011). Recommender systems – an introduction. Cambridge Univ. Press.
- Johansson, G.; Wikman, A.; Ahn, A. M.; Hallmans, G. & Johansson, I. (2001). Underreporting of energy intake in repeated 24-hour recalls related to gender, age, weight, day of interview, educational level, reported food intake, smoking habits and area of living. In: Public Health Nutrition, 4(4), 919–27.
- Müller, M., Harvey, M., Elsweiler, D., & Mika, S. (2012). Ingredient matching to determine the nutritional properties of internet-sourced recipes. In: Pervasive health 2012.
- Nestle, M.; Wing, R.; Birch, L.; DiSogra, L.; Drewnowski, A.; Middleton, S. et al. (1998). Behavioral and social influences on food choice. In: Nutrition Reviews, 56(5), 50–64. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1753-4887.1998.tb01732.x>
- Ornish, D.; Brown, S.; Billings, J.; Scherwitz, L.; Armstrong, W.; Ports, T. et al. (1990). Can lifestyle changes reverse coronary heart disease?: The lifestyle heart trial. In: The Lancet, 336 (8708), 129 – 133. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/014>
- Ricci, F.; Rokach, L.; Shapira, B. & Kantor, P. (Eds.). (2011). Rec. systems handbook. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Scarborough, P., Bhatnagar, P.; Wickramasinghe, K.; Smolina, K.; Mitchell, C. & Rayner, M. (2010). Coronary heart disease statistics. British Heart Foundation Health Promotion Research Group Department of Public Health, University of Oxford.
- Scheibehenne, B.; Greifeneder, R. & Todd, P. M. (2010). Can there ever be too many options? A meta-analytic review of choice overload. In: Journal of Consumer Research, 37, 409–425.
- UK, D. (2010). Reports and statistics on diabetes prevalence.
- WHO. (2012). World health organization: Chronic disease information sheet <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/> [14.2.2012].



Dr. David Elsweiler

Lehrstuhl für Informationswissenschaft
Universität Regensburg
Universitätsstraße 31
93053 Regensburg
david.elsweiler@ur.de

ist seit August 2011 am Lehrstuhl für Informationswissenschaft tätig. Zuvor war er Alexander-von-Humboldt-Stipendiat an der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg. Nach dem Abschluss seiner von Prof. Ian Ruthven betreuten Doktorarbeit an der Universität Strathclyde, Glasgow im Jahr 2007 ist er im Bereich des Information Retrievals aktiv. Er veröffentlicht Artikel und schreibt Gutachten in diesem Bereich und hat 2011 den ACM SIGIR „Outstanding Paper Award“ gewonnen.



Dr. Morgan Harvey

Lehrstuhl für Künstliche Intelligenz
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Konrad-Zuse-Straße 3–5
91052 Erlangen
morgan.harvey@i8.informatik.uni-erlangen.de

Morgan Harvey arbeitet seit Juli 2011 an der Professur für Künstliche Intelligenz der Universität Erlangen-Nürnberg. Er wurde 2011 bei Prof. Ian Ruthven an der Universität Strathclyde promoviert und veröffentlicht Artikel und schreibt Gutachten im Bereich Information Retrieval. Seine Forschungsschwerpunkte sind das Verstehen des Benutzerverhaltens und die Unterstützung der Benutzer bei der Suche, vor allem im Bereich von social media und Empfehlungssystemen.



Prof. Dr.-Ing. Bernd Ludwig

Lehrstuhl für Informationswissenschaft
Universität Regensburg
Universitätsstraße 31
93053 Regensburg
bernd.ludwig@ur.de

Prof. Dr.-Ing. Bernd Ludwig ist seit August 2011 Professor für Informationslinguistik am Lehrstuhl für Informationswissenschaft der Universität Regensburg. Er studierte von 1992 bis 1997 Informatik und Gräzistik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und wurde dort 2004 mit einer Arbeit über ein konfigurierbares Dialogsystem promoviert. 2010 erfolgte die Habilitation im Fach Informatik an der Technischen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Von September 1997 bis April 2004 war Bernd Ludwig wissenschaftlicher Mitarbeiter der Forschungsgruppe Wissensverarbeitung am Bayerischen Forschungszentrum für Wissensbasierte Systeme in Erlangen; anschließend bis April 2010 wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl für Künstliche Intelligenz der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und von Mai bis Oktober 2010 BIT guest professor und postdoc researcher an der Fakultät für Informatik der Freien Universität Bozen und dem Department of Information Engineering and Computer Science der Universität degli Studi di Trento.