

# RUNDBRIEF

D E R

## FACHGRUPPE KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IN DER GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK



Nummer 15

November 1978

---

<u>Inhalt</u>	
Mitteilungen des Herausgebers	1
Technische Beiträge	
W. Bibel	2
Ein bemerkenswerter Erfolg im Automatischen Beweisen	
P. Raulefs, J. Siekmann, P. Szabó, E. Unverricht	
A short survey on the state of the art in matching and unification problems	6
Arbeitsberichte einzelner Projekte	
SALAT (Inst. f. Angew. Sprachwissenschaft, Heidelberg)	22
Tagungsberichte	
H.-D. Böcker, G. Fischer	
2nd Nat'l Conf. der CSCSI (Toronto, Juli 1978)	24
Tagungsankündigungen	
Arbeitstagung Künstliche Intelligenz (Bad Honnef, Feb. 79)	26
Workshop on Automatic Deduction (Austin, Texas, Jan. 79)	27
IJCAI 1979 (Tokio)	29
New parsing-conceptions in nat'l language proc. systems	30
Reconstruction of a speaker: speech act-& dial.-proc.	30
Neue Bücher	31
Neue Papiere (Berichte)	34

## I M P R E S S U M

Dieser Rundbrief der Fachgruppe "Künstliche Intelligenz" im Fachausschuß 6 ("Kognitive Systeme") der Gesellschaft für Informatik (GI) erscheint in unregelmäßigen Abständen (etwa vierteljährlich). Der Rundbrief wird den Mitgliedern der Fachgruppe kostenlos zugesandt. Mitglied der Fachgruppe wird jeder, der beim Herausgeber um Eintrag in die Adressenkartei nachsucht. Da die Versandkosten von der GI getragen werden, sollte eine Mitgliedschaft in der GI die Regel sein, nicht jedoch Voraussetzung für die Mitgliedschaft in der Fachgruppe "Künstliche Intelligenz". Aufnahmeanträge für die GI sendet der Herausgeber auf Anfrage gern zu.

Ziel dieses Rundbriefes ist, aktuelle Informationen unter den Mitgliedern der Fachgruppe auszutauschen. Der Herausgeber bittet daher alle Leser um möglichst rege Zusendungen von Beiträgen aus dem gesamten Gebiet der Künstlichen Intelligenz. Beiträge können z.B. folgendes behandeln:

- Kurzfassungen und Hinweise auf Veröffentlichungen und Berichte
- Beschreibungen laufender Projekte
- Diskussion wissenschaftlicher oder wissenschaftspolitischer Themen
- Berichte von Tagungen und Auslandsreisen
- Hinweise auf interessante Veranstaltungen, insbes. Tagungsankündigungen
- Offene Stellen, Stellengesuche

Mit der Zusendung an den Herausgeber ist das Einverständnis des Autors zur Veröffentlichung im Rundbrief verbunden. Die Beiträge werden nicht begutachtet und geben nur die individuelle Meinung des jeweiligen Autors wieder. Sie werden photomechanisch direkt vom Original übertragen und können in Deutsch, Englisch oder Französisch abgefaßt sein.

Herausgeber: Peter Raulefs  
Institut für Informatik III  
Universität Bonn  
Kurfürstenstr. 74  
5300 Bonn 1  
Tel. (02221) 73-5614/5611

Redaktionsschluß für die nächste Ausgabe: 15. Januar 1979

## Mitteilungen des Herausgebers

Mit dem Erscheinen dieser Nummer des KI-Rundbriefes ist ein Wechsel der Herausgeberschaft von München nach Bonn verbunden. Bei der Übernahme der Adressenkartei fiel mir die große Zahl der in den letzten zwei Jahren neu hinzugekommenen Bezieher auf (z.Zt. ca. 250). Daraus sowie aus Bemerkungen in Anfragen um Aufnahme in den Verteiler ergibt sich nicht nur ein sich ständig verstärkendes Interesse an diesem Rundbrief. Man kann deutlich erkennen, daß er offenbar einen erheblichen Bedarf für ein schnelles und informelles Kommunikations- und Diskussionsmedium unterhalb von SIGART und AISB für lokalere Belange befriedigt. Der Rundbrief hat stark dazu beigetragen, daß die zuvor isoliert in verstreuten Gebieten arbeitenden Wissenschaftler sich inzwischen recht gut kennengelernt haben, so daß es in immer stärkeren Maße dazu kommt, daß verschiedene Gruppen untereinander ihre Arbeit diskutieren und an einzelnen Vorhaben zusammenarbeiten. Dies wird hoffentlich dazu beitragen, daß wir in absehbarer Zeit die -jetzt noch nicht vorhandene- "kritische Masse" hinreichend vieler hinreichend eng zusammenarbeitender Wissenschaftler erreichen, die sich in anderen Disziplinen oft als entscheidende Grundlage für das Aufblühen eines Gebietes erwiesen hat.

Der Rundbrief und damit eigentlich auch die KI-Fachgruppe sind vor einigen Jahren durch die Initiative von H.-H. Nagel in Hamburg entstanden. Die Redaktion des Rundbriefes wurde dann vor 2 Jahren von W. Bibel in München übernommen. Herr Bibel verbesserte den Rundbrief vor allem in zweierlei Hinsicht: Aus losen Kopien wurden "richtige" Hefte; der anfangs vorwiegend aus organisatorischen Mitteilungen bestehende Inhalt konnte dank der starken Resonanz um Projektbeschreibungen, Tagungsberichte, Buchbesprechungen, wiss. Diskussionsbeiträge u.a. verstärkt werden. Diese Veränderungen bilden sicher die Grundlage des jetzigen Erfolges. Im Namen der KI-Fachgruppe möchte ich daher Herrn Bibel besonders herzlich für oft recht mühevollen Arbeit danken.

Nachdem der Rundbrief in seiner jetzigen Form die oben angedeutete Funktion offenbar recht gut erfüllt, werde ich mich für die nächsten Ausgaben verstärkt um Projektbeschreibungen und wiss. Diskussionsbeiträge bemühen. Neben solchen Beiträgen sollten wir den Rundbrief in Zukunft verstärkt als Kommunikationsmedium über laufende Arbeiten benutzen. Ich schlage daher vor:

Auch wenn Sie keine Zeit für einen Beitrag haben, senden Sie mir regelmäßig (= ca. alle 6 Monate) Mitteilungen darüber, wer bei Ihnen gerade an was für Vorhaben arbeitet (z.B. auch Diplomarbeiten und Dissertationen). Der Rundbrief kann dann eine ständige Übersicht über die laufende Arbeit geben.

Um Ihnen einen Anstoß zu geben, lege ich einen Fragebogen bei und bitte Sie um rechtzeitige Rücksendung zur nächsten Ausgabe (15.1.1979).

Nach dem sehr erfolgreichen Verlauf des KI-Workshops in Bad Honnef im letzten Jahr sollte man mit dem Anwachsen der KI-Forschung auf ein noch attraktiveres Treffen im Februar 1979 extrapolieren können. Die Tagungsstätte ist inzwischen um ein Hörsaalgebäude erweitert worden und erlaubt auch die Unterbringung von mehr Gästen als früher. Vergessen Sie daher nicht, Ihre Beiträge bis Weihnachten an mich zu senden.

P. Raulefs

## Ein bemerkenswerter Erfolg im Automatischen Beweisen

Für das Gebiet des automatischen Beweisen könnte sich eine lange Durststrecke langsam, aber dafür um so nachhaltiger ihrem Ende nähern. Darauf deuten einige bemerkenswerte Resultate aus jüngster Zeit hin. Auf eines dieser Ergebnisse möchte ich mit diesem Beitrag hinweisen. Eine kurze Rückschau scheint dazu angebracht (für mehr Details und ausführliche Referenzen siehe z. B. /1/).

Bereits Mitte der 50iger Jahre haben sich einige Logiker, wissend um die weitgehende Formalisierbarkeit des mathematisch-logischen Schließens, daran gemacht, die aus der Logik bekannten Beweisverfahren zu implementieren. Es handelte sich um blinde, erschöpfende Suchverfahren in einem unermeßlichen Suchraum, die sich für die Praxis als völlig unbrauchbar erwiesen.

Den Anstoß zu einer entscheidenden Verbesserung gab Prawitz mit seiner "dummie"-Idee, die von Robinson (1965) im Resolutionsprinzip elegant gefaßt wurde, wodurch der ursprüngliche Suchraum auf seinen aussagenlogischen Teil reduziert werden konnte. Aus dieser Zeit stammt auch das erste aufsehenerregende Ergebnis, als eine Vermutung aus der Theorie der modularen Verbände, die sich über einige Jahre hinweg hartnäckig einem (menschlichen) Beweis entzog, schließlich mit Hilfe der Maschine bewiesen werden konnte (Guard et al., veröffentlicht 1969).

Seitdem - immerhin ein Zeitraum von fast eineinhalb Jahrzehnten - war dies das einzige Resultat, mit dem man einen Außenstehenden beeindrucken und auf die praktische Bedeutung der automatischen Beweisverfahren hinweisen konnte. Das Ausbleiben eines weiteren spektakulären Erfolges hat innerhalb des Gebietes offenbar niemand sonderlich beeindruckt. Vielmehr haben diese Forscher - ihre Zahl dürfte sich weltweit derzeit auf etwa 200 belaufen - unbeirrt und von der grundlegenden Bedeutung ihrer Arbeit durchdrungen an der Lösung vieler schwieriger und wenig spektakulärer Detailprobleme gearbeitet und dabei eine Fülle von Erkenntnissen und Erfahrungen zutage gefördert. Nach meinem Urteil (als Insider) ist die Entwicklung hier soweit gediehen, daß dieses Wissen bereits heute in einem größeren Projekt erfolgreich zusammengefaßt und konkret angewendet werden könnte (wofür die Voraussetzungen in Deutschland z. B. nur an einer einzigen Stelle ansatzweise vorhanden sind).

Die Richtigkeit dieses Urteils belegt m. E. der Erfolg, den bereits ein Einzelner erzielen kann. Frank Brown, der bei Prof. Meltzer in Edinburgh promoviert hat und nun als Assist. Professor am Comput. Science Institut der University of Texas at Austin tätig ist, gelang es mit seinem Beweisprogramm, den Vollständigkeitssatz der Prädikatenlogik erster Stufe in der Henkin'schen Fassung vollkommen automatisch zu beweisen./2/.

Um dieses Ergebnis würdigen zu können, muß man sich bewußt machen, daß

- dieser Satz ein fundamentales Resultat der Logik darstellt, mit dessen Darstellung und Beweis (in welcher Fassung auch immer) sich eine Logik-I-Vorlesung im wesentlichen bereits erschöpft;
- das verwendete Beweisprogramm vollkommen automatisch läuft und daher bei der Suche nach dem Beweis in keiner Weise vom Menschen unterstützt wird, wodurch sich dieses Resultat qualitativ eindeutig von dem obengenannten aus den sechziger Jahren unterscheidet (von dem mit maschineller Hilfe gegebenen Beweis der 4-Farbenvermutung ganz zu schweigen);
- dieses Beweisprogramm vollkommen allgemein und damit in der Lage ist, jeden in der Schwierigkeit vergleichbaren Satz - der natürlich in der zugrundeliegenden Metatheorie beschreibbar sein muß - ebenfalls zu beweisen;
- der Beweis in einer für den Mathematiker lesbaren Form erstellt wird;
- ein Vergleich des automatisch generierten mit dem von Henkin gegebenen Beweis zeigt, daß der letztere nicht nur nicht-triviale Fehler enthält, die auch in einem so verbreiteten Lehrbuch der Logik wie dem von Mendelson (1964) noch nicht ausgeräumt wurden, sondern daß er auch unnötig kompliziert ist.

Um den Pharisäern von vorneherein den Wind aus den Segeln zu nehmen, sei ausdrücklich betont, daß der letztgenannte Punkt zwar äußerst bemerkenswert ist, daß der entscheidende Punkt in Prof. Brown's Resultat jedoch in dem Nachweis liegt, daß

- die Entwicklung der Beweisverfahren offenbar einen Stand erreicht hat, der es möglich erscheinen läßt, diese bei intellektuell anspruchsvollsten menschlichen Tätigkeiten als mächtiges Werkzeug in nächster Zukunft miteinzusetzen.


Für den Nicht-Eingeweihten sei dazu erwähnt, daß wegen der All-

gemeinheit dieser Verfahren der Einsatz keineswegs auf das Beweisen mathematischer oder logischer Sätze beschränkt ist, sondern daß ihre Bedeutung gleichermaßen fundamental ist für die Programmierung (Erstellung von Programmen, Nachweis der Korrektheit von Programmen, Interpretation von Programmen, u.a.), für das Gebiet der Datenbasen, der automatischen Sprachverarbeitung, usw., ja für das mathematisch-orientierte Problemlösen im allgemeinsten Sinne.

/1/ Bibel, W., Maschinelles Beweisen, In: Jahrbuch Überblicke Mathematik, Bibliographisches Institut, Mannheim, S. 115 - 142 (1976).

/2/ Brown, F.M., An automatic proof of the completeness of quantificational logic, Research Report No. 52, Dept. of Artificial Intelligence, Univ. of Edinburgh (1978).

W. Bibel (TU München)



A SHORT SURVEY ON THE STATE OF  
THE ART IN MATCHING AND UNIFICATION PROBLEMS

P.Raulefs, J. Siekmann, P.Szabó, E.Unvericht

SEKI-Projekt

Institut für Informatik I  
Universität Karlsruhe  
Postfach 6380  
D-7500 Karlsruhe 1

Institut für Informatik III  
Universität Bonn  
Kurfürstenstr. 74  
D-5300 Bonn 1

1. Motivations

There is a wide variety of areas where matching and unification problems arise:

(1.1) *Databases*

The user of a (*relational*) database [DAT76] may logically AND the properties she wants to retrieve or else she may be interested in the NATURAL JOIN [COD70] of two stored relations. In neither case, she would appreciate if she constantly had to take into account that AND is an associative and commutative operation, or that NATURAL JOIN obeys an associative axiom, which may distribute over some other operation [SCH6].

(1.2) *Algebra*

In *algebra*, a famous decidability problem, which inspite of many attacks remained open for over twenty-five years, has only recently been solved: the monoid problem (also called Löb's Problem in Western Countries, Markov's Problem in Eastern Countries and the Stringunification Problem in Automatic Theorem Proving [HME64, 66, 67], [SI75], [PL72], [LS75], [SKS61]) is the problem to decide whether or not an equation system over a free semigroup possesses a solution. Last year this problem has been shown to be decidable [MAK77].

The monoid problem has important practical applications inter alia for Automatic Theorem Proving (stringunification [SI75] and second order monadic unification [WIN76], [HUE75]) for Formal Language Theory (the crossreference problem for van Wijngaarden Grammars [WIJ76]), and for pattern directed invocation languages in artificial intelligence (see below).

(1.3) *Information retrieval*

A patent office may store all recorded electric circuits [BRG66] or all recorded chemical compounds [SOS65] as some graph structure, and the problem of checking whether a given circuit or compound already exists is an instance of a test for graph isomorphism [ULL76], [UNG63], [COR68]. More generally, if the nodes of such graphs are labelled with universally quantified variables ranging over sub-graphs, these problems are practical instances of a *graph matching problem*.

(1.4) *Computer vision*

In the field of *computer vision* it has become customary to store the internal representation of certain external scenes as some net structure [CLO71], [WIT75]. The problem to find a particular object - also represented as some net - in a given scene is also an instance of the *graph matching problem* [RAS69]. Here one of the main problems is to specify as to what constitutes a successful match (since a strict test for endomorphism is too rigid for most applications) although serious investigation of this problem is still pending.

(1.5) *Computer algebra*

In *computer algebra* (or *symbol manipulation*) [SIG77] matching algorithms also play an important rôle: for example the integrand in a symbolic integration problem [MOS71] may be matched against certain patterns in order to detect the class of integration problems it belongs to and to trigger the appropriate action for a solution (which in turn may involve several quite complicated matching attempts [MOS74], [MBE68], [BLA71], [CHK71], [FAT71], [HEA71]).



(1.6) *Theorem proving*

All present day *theorem provers* have a procedure to unify first order terms as their essential component: i.e. a procedure that substitutes terms for the universally quantified variables until the two given terms are symbolwise equal or the failure to unify is detected. Unification algorithms for such first order terms have independently been discovered by [ROB65], [BEGS63] and [KB67]. Recently this work has been extended to unification problems involving additional axioms. As we shall argue that the theoretical framework for these extended problems may provide a basis of investigation to all the matching problems mentioned in this introduction, a more detailed account is given below.

(1.7) *Programming languages*

An important contribution of artificial intelligence to programming language design is the mechanism of *pattern-directed* invocation of procedures. [HEW72], [RDW72], [BFR77], [HEW76], [WAR77]. Procedures are identified by patterns instead of procedure identifiers as in traditional programming languages. Invocation patterns are usually designed to express goals achieved by executing the procedure. Incoming messages are tried to be matched against the invocation patterns of procedures in a procedural data base, and a procedure is activated after having completed a successful match between message and pattern. So, matching is done (1) for looking up an appropriate procedure that helps to accomplish an intended goal, and (2) transmitting information to the involved procedure.

For these applications it is particularly desirable to have methods for matching objects belonging to high level data structures such as strings, sets, multisets etc. Algorithms have been designed for some data structures, but often completeness, minimality or sometimes even correctness has not been shown.

A little reflection will show that for very rich matching structures, as it has e.g. been proposed in MATCHLESS in PLANNER [HEW72], the matching problem is undecidable. This

presents a problem for the designer of such languages: on the one hand, very rich and expressive matching structures are desirable, since they form the basis for the invocation and deduction mechanism. On the other hand, drastic restrictions will be necessary if matching algorithms are to be found. The question is just how severe do these restrictions have to be.

## 2. Matching Problems

All the above applications share a problem, which in its most abstract form is as follows:

*Suppose two expressions  $s$  and  $t$  are given, which by some convention denote a particular structure and let  $s$  and  $t$  contain some free variables. We say  $s$  and  $t$  match iff there are expressions to be substituted into the free variables of both terms such that  $s$  and  $t$  become equal.*

We write  $\langle s;t \rangle$  for a matching problem. In addition we may want to denote the set of structures explicitly as  $\mathcal{S}$  and also we may want to provide additional information on what we mean by two expressions in  $\mathcal{S}$  being equal or not. Say this information is contained in a set of equations in  $\Pi$ , then a general matching problem is denoted as the triple:

$$\mathcal{M} := \langle \langle s;t \rangle, \mathcal{S}, \Pi \rangle$$

[SI78] contains the beginnings of a theoretical framework within which such matching problems could be analyzed.

Since this framework is heavily based on the theory of unification problems in automatic theorem proving as developed by G. Plotkin [PL72] and G. Huet [HUE76], we shall present a brief account of it below.

## 3. The Current State of the Art

For almost as long as attempts at proving theorems by machines have been made, a critical problem has been well known [BE67], [CO65], [NE71]: Certain equational axioms, if left without precautions in the data base of an automatic theorem prover (ATP), will force the ATP

to go astray. In 1967, Robinson [ROB67] proposed that substantial progress ("a new plateau") would be achieved by removing these troublesome axioms from the data base and building them into the deductive machinery.

Four approaches to cope with equational axioms have been proposed:

- (1) To write the axioms into the data base, and use an additional rule of inference, such as paramodulation [RW73].
- (2) To use special "rewrite rules" [KB67], [BLA77], [HUE77], [PST78].
- (3) To design special inference rules incorporating these axioms [SLA72].
- (4) To develop special unification algorithms incorporating these axioms [PL72].

At least for equational axioms, the last approach (4) appears to be most promising, however it has the drawback that for every new set of axioms a new unification algorithm has to be found. Also recently there has been interesting work on combinations of approach (2) and (4): [PST78].

The theoretical basis for utilizing unification algorithms incorporating equational axioms has been developed by G. Plotkin [PL72]. Plotkin has shown that whenever an ATP is to be refutation complete, its unification procedure must satisfy conditions given as follows: Assume  $\mathbb{I}$  is the theory (set of axioms) considered, and  $t_1, t_2$  are terms to be unified; then, the following properties should hold for the set  $\Sigma$  of unifiers of  $t_1$  and  $t_2$ :

1.  $\Sigma$  is correct, i.e. for every  $\sigma \in \Sigma$ ,  $\sigma t_1 \stackrel{\mathbb{I}}{=} \sigma t_2$ . ( $\stackrel{\mathbb{I}}{=}$  denotes equality with respect to the theory  $\mathbb{I}$ ).
2.  $\Sigma$  is complete, i.e. for any substitution  $\delta$  with  $\delta t_1 \stackrel{\mathbb{I}}{=} \delta t_2$  there is some  $\sigma \in \Sigma$  s.t. there exists a substitution  $\lambda$  so that  $\delta \stackrel{\mathbb{I}}{=} \lambda \circ \sigma$ .
3.  $\Sigma$  is minimal, i.e. no unifier  $\sigma_1$  in  $\Sigma$  is an instance of some other unifier  $\sigma_2$  in  $\Sigma$ .

Minimality is a property that has often been overlooked in the literature:

If minimality is completely ignored we arrive at simply enumerating all substitutions and removing all that do not unify as an algorithm satisfying our requirements. Generating such a set of all unifiers, instead of a set of *most general* unifiers, essentially amounts to proving a theorem by the 'British Museum Algorithm' (i.e. by enumerating all Herbrand instances). Such procedures are called conservative in [RW73] and are distinctively different from proofs by the resolution principle at the 'lifted' most general level. However, minimality is more difficult to achieve than correctness and completeness.

Looking at unification of terms in first-order predicate calculus with an equational theory  $\Pi$ , unification problems may be classified with respect to the cardinality of minimal and complete sets  $\Sigma$  of unifiers:

- (i)  $\Sigma$  may always be a singleton: e.g. for  $T = \emptyset$ , that is for ordinary first order unification as in [ROB65], [KB67], [BE67]. Another (trivial) problem in this class is the string matching problem for constant strings only, as encountered in string manipulation languages such as SNOBOL [FGP64]. The nontrivial aspect of this problem is to find *efficient* algorithms [KMP74], [FIP74]. Another example is unification under homomorphism, isomorphism and automorphism [VOG78].
- (ii)  $\Sigma$  may have more than one element but at most finitely many: examples are the theory of idempotence as well as idempotence plus commutativity [RS78]. Other examples are unification under commutativity [SI76]; unification under associativity and commutativity [LS77], [STI75]; unification under associativity, commutativity and idempotence [LS77] and the one way unification problem for strings.

- (iii)  $\Sigma$  may sometimes be an infinite set: examples are unification under associativity [SI75], [LS75], [PL72].

This problem is equivalent to the problem of solving a set of equations over a free semigroup (the monoid problem) [MAR54]. Other problems in this class are unification under distributivity [SZU78] and the unification problem for second order monadic logic [WIN76], [HUE75].

- (iv)  $\Sigma$  may sometimes not exist at all, e.g. for unification in  $\omega$ -order predicate calculus. In such cases there exist infinite chains of unifiers (ordered by increasing generality)

$$\delta_1 \subseteq \delta_2 \subseteq \delta_3 \subseteq \dots$$

with no upper bound [GOU66], [HUE75], [JEP73].

For unification problems where complete sets of unifiers are always finite, it is not necessarily important that the unification procedure returns a minimal set of unifiers, since dependent unifiers can always be checked off. In this case, minimality of the unification procedure comes down to be a matter of computational efficiency.

*The significance of this work for other fields derives from the fact that certain axioms in the theory  $\Pi$  define structures which closely resemble familiar datastructures: if  $S$  is the set of first order predicative terms and  $\Pi$  is empty we have the usual tree structure. If  $S$  is as above and  $\Pi$  contains the associativity axiom (A) we have strings. If  $S$  is as above and  $\Pi$  contains A and the commutativity axiom (C) or A+C+I, where I is an idempotence axiom we have multisets (bags) or sets respectively.*

The following chart provides a quick survey of the state of the art at the time of writing.

Axioms	Problem decidable?	complete exists?	Algorithm	$\Sigma$ , the set of mgu's is:	Algor. is minimal	Datastructure
A	decidable	yes		infinite	yes	strings
C	decidable	yes		finite	no	unordered trees (lists)
I	decidable	yes		finite	no	
A+C	decidable	yes		finite	yes	finite multisets
A+I	?	?		?	?	
C+I	decidable	yes		finite	no	
A+C+I	decidable	yes		finite	yes	finite sets
D	?	?		infinite	?	
D+A	undecidable	?		infinite	?	
H	decidable	yes		singleton	yes	
H+A	decidable	yes		singleton	yes	
H+A+C	?	yes		infinite	?	
D+A+C	undecidable	?		infinite	?	
$\omega$ -order terms	for $\omega \geq 3$ undec.	yes		$\Sigma$ does not exist	no	
first order terms	decidable	yes		singleton	yes	ordered trees (lists)

The axioms are:

- A (associativity)  $f(f(x,y),z) = f(x,f(y,z))$
- C (commutativity)  $f(x,y) = f(y,x)$
- I (idempotence)  $f(x,x) = x$
- D (distributivity)  $f(x,g(y,z)) = g(f(x,y),f(x,z))$
- H (homomorphism)  $\varphi(x \cdot y) = \varphi(x) \cdot \varphi(y)$

Selected Bibliography

- [BE67] Bennett, Easton, Guard, Settle; 'CRT-aided semi-automated mathematics'. AFCRL-67-0167. Applied Corp., Princeton
- [BOB68] D. G. Bobrow (ed.); 'Symbol Manipulation Languages', Proc. of IFIP, North Holland Publishing Comp., 1968
- [BRC66] H. Bryan, J. Carnog; 'Search methods used with transistor patent applications', IEEE Spectrum 3, 2, 1966
- [BAB72] Barrow, Ambler, Burstall; 'Some techniques for recognizing Structures in Pictures', Frontiers of Pattern Recognition, Academic Press Inc., 1972
- [BEGS63] Bennett, Easton, Guard, Settle; 'CRT-aided semi-automated mathematics', AFCRL-63, Applied Logic Corp., 1963
- [BE65] Bennett, Easton; 'CRT-aided semi-automated mathematics', AFCRL-65, Applied Logic Corporation, 1965
- [BLA71] F. Blair et al; 'SCRATCHPAD/1: An interactive facility for symbolic mathematics', Proc. of the 2nd Symposium on Symbolic Manipulation, Los Angeles, 1971
- [BLA77] A. Ballantyne, D. Lankford; 'Decision Procedures for simple equational theories', University of Texas at Austin, ATP-35, ATP-37, ATP-39, 1977
- [BAX73] L. D. Baxter; 'An efficient Unification Algorithm', Report CS-73-23, University of Waterloo, Dept. of Analysis and Computer Science, 1973
- [BFR77] H. P. Böhm, H. L. Fischer, P. Raulefs; 'CSSA: Language Concepts and Programming Methodology', Proc. of ACM, SIGPLAN/ART Conference, Rochester, 1977
- [BOO77] H. Boley; 'Directed Recursive Labelnode Hypergraphs: A New Representation Language' Journal of Artificial Intelligence, vol 9, no. 1, 1977

- [CO65] Cook; 'Algebraic techniques and the mechanization of number theory', RM-4319-PR, Rand Corp., Santa Monica, Cal., 1965
- [CDA69] CODASYL Systems Committee; 'A Survey of Generalized Data Base Management Systems', Techn. Report 1969, ACM and IAG
- [CDA71] CODASYL Systems Committee; 'Feature Analysis of Generalized Data Base Management Systems', TR 1971, ACM, BC and IAG
- [COD70] E. F. Codd; 'A Relational Model of Data for Large shared Databanks", CACM, 13, 6, 1970
- [COD72] E. F. Codd; 'Relational Completeness of Data Base Sublanguages', in Data Base Systems, Prentice Hall, Courant Comp. Science Symposia Series, vol 6, 1972
- [CAV70] Caviness; 'On Canonical Form and Simplification', JACM, vol 17, no. 2, 1970
- [CHK71] C. Christensen, M. Karr; 'IAM, a System for interactive algebraic Manipulation', Proc. of the 2nd Symposium on Symbolic Manipulation, Los Angeles, 1971
- [COR68] D. G. Corneil; 'Graph Isomorphism', Ph. D. Dept. of Computer Science, University of Toronto, 1968
- [CLO71] M. Clowes; 'On Seeing Things', Journal of Artificial Intelligence, 1971
- [DAR71] J. L. Darlington; 'A partial Mechanization of Second Order Logic', Mach. Intell. 6, 1971
- [DAT76] C. J. Date; 'An Introduction to Database Systems', Addison-Wesley Publ. Comp. Inc. 1976
- [FAT71] R. Fateman; 'The User-Level Semantic Matching Capability in MACSYMA', Proc. of the 2nd Symposium on Symbolic Manipulation, Los Angeles, 1971



- [FIP74] J. Fischer, S. Patterson; 'String Matching and other Products', MIT, Project MAC, Report 41, 1974
- [FGP64] D. J. Farber, R. E. Griswald, I. P. Polonsky; 'SNOBOL as String Manipulation Language', JACM, vol 11, no. 2, 1964
- [GIM73] J. F. Gimpel; 'A Theory of Discrete Patterns and their Implementation in SNOBOL4, CACM 16, 2, 1973
- [GOU66] W. E. Gould; 'A matching procedure for  $\omega$ -order logic', Scientific report No. 4, Air Force Cambridge Research Labs., 1966
- [GUA64] J. R. Guard; 'Automated logic for semi-automated mathematics', Scientific report No. 1, Air Force Cambridge Research Labs., AD 602 710, 1964
- [HEI73] S. Heilbrunner; 'Gleichungssysteme für Zeichenreihen', TU München, Abtl. Mathematik, Bericht Nr. 7311, 1973
- [HEW76] C. Hewitt; 'Viewing Control Structures as Patterns of Passing Messages', MIT, AI-Lab., Working paper 92, 1976
- [HEA71] A. Hearn; 'REDUCE2, A System and Language for Algebraic Manipulation', Proc. of the 2nd Symposium on Symbolic Manipulation, Los Angeles, 1971
- [HEW72] C. Hewitt; 'Description and Theoretical analysis of PLANNER a language for proving theorems and manipulating models in a robot', Dept. of Mathematics, Ph. D. Thesis, MIT, 1972
- [HME64] J. I. Hmelevskij; 'The solution of certain systems of word equations', Dokl. Akad. Nauk SSSR, 1964, 749 Soviet Math. Dokl. 5, 1964, 724
- [HME66] J. I. Hmelevskij; 'Word equations without coefficients', Dokl. Akad. Nauk. SSSR 171, 1966, 1047 Soviet Math. Dokl. 7, 1966, 1611

- [HME67] J.I. Hmelevskij; 'Solution of word equations in three unknowns', Dokl. Akad. Nauk. SSSR 177, 1967, No. 5 Soviet Math. Dokl. 8, 1967, No. 6
- [HUE75] G.P.Huet; 'A Unification Algorithm for typed  $\lambda$ -Calculus', J. Theor. Comp. Sci., 1, 1975
- [HUE72] G. P. Huet; 'Constrained resolution: a complete method for theory', Jennings's Computing Centre report 1117, Case Western Reserve Univ., 1972
- [HUE73] G. P. Huet; 'The undecidability of unification in third order logic', Information and Control 22 (3), 257-267, 1973
- [HUE75] G. Huet; 'Unification in typed Lambda Calculus', in:  $\lambda$ -Calculus and Comp. Sci. Theory, Springer Lecture Notes, No. 37, Proc. of the Symp. held in Rome, 1975
- [HUE77] G. Huet; 'Confluent Reductions: Abstract Properties and Applications to Term Rewriting Systems', IRIA-Laboria, Rap. de Recherche no. 250, Rocquencourt, 1977
- [HUE76] G. Huet; 'Résolution d'équations dans des langages d'ordre 1..2,...,w; Thèse d'état, IRIA-Laboria, 1976
- [JEP73] D. Jensen, T. Pietrzykowski; 'Mechanising  $\omega$ -order type theory through unification', Report CS-73-16, Dept. of Applied Analysis and Comp. Sci. University of Waterloo, 1973
- [KB67] D. E. Knuth, P. B. Bendix; 'Simple Word Problems in Universal Algebras', in Computational Problems in Abstract Algebra, J. Leech (ed.), Pergamon Press, Oxford, 1970
- [KMR72] Karp, Miller, Rosenberg; 'Rapid Identification of repeated Patterns in Strings, Trees and Arrays', ACM Symposium on Th. of Comp. 4, 1972

- [KMRS76] S. Kühner, Ch. Mathis, P. Raulefs, J. Siekmann; 'Unification of Idempotent Functions', Proceedings of fourth IJCAI-77, MIT, Cambridge
- [KMP74] Knuth, Morris, Pratt; 'Fast Pattern Matching in Strings', Stan-CS-74-440, Stanford University, Comp. Sci. Dept., 1974
- [LES73] G. Levi, F. Sirovich; 'Pattern Matching and Goal directed Computation', Nota Interna B73-12, University of Pisa, 1973
- [LS77] M. Livesey, J. Siekmann; 'Unification of Sets', Int. Ber. 3/76, Inst. f. Informatik I, Universität Karlsruhe, 1977 (to appear J. of Artificial Intelligence, 1978)
- [LS75] M. Livesey, J. Siekmann; 'Termination and Decidability Results for String Unification', Essex University, Computer Centre Memo CSM-12, 1975
- [LUC72] C. L. Lucchesi; 'The undecidability of the unification problem for third order languages', Report CSRR 2059, Dept. of Applied Analysis and Computer Science, University of Waterloo, 1972
- [MAR54] A. A. Markov; 'Trudy Mat. Inst. Steklov', no. 42, Izdat. Akad. Nauk SSSR, 1954, MR 17, 1038, 1954
- [MAU77] Maurer; 'Graphs as Strings', Universität Karlsruhe, Techn. Report, 1977
- [MBE68] Manove, Bloom, Engelmann; 'Rational Functions in MATHLAB', IFIP Conf. on Symb. Manip., Pisa, 1968
- [MOS74] J. Moses; 'MACSYMA - the fifth Year', Project MAC, MIT, Cambridge, 1974
- [MOS71] J. Moses; 'Symbolic Integration: The Stormy Decade', CACM 14, 8, 1971
- [MAK77] G. S. Makanin; 'The Problem of Solvability of Equations in a Free Semigroup', Soviet. Akad. Nauk SSSR, TOM 233, no. 2, 1977

- [NE71] A. Nevins; 'A human-oriented logic for automatic theorem proving', George Washington University, Techn. Rep., 1971
- [PL72] G. Plotkin; 'Building in equational theories', Mach. Intelligence, vol 7, 1972
- [PST78] G. E. Peterson, M. E. Stickel; 'Complete Sets of Reductions for Equational Theories with Complete Unification Algorithms', University of Arizona, Techn. Report, 1978
- [PW76] Paterson, Wegman; 'Linear Unification', IBM Research Report 5304, 1976
- [RAS69] J. Rastall; 'Graph-family Matching', University of Edinburgh, MIP-R-62, 1969
- [RDW72] Rulifson, Derksen, Waldinger; 'QA4: A procedural calculus for intuitive reasoning', Stanford University, Nov. 1972
- [ROB65] J. A. Robinson; 'A machine oriented logic based on the resolution principle', JACM: 12, 1965
- [ROB70] J. A. Robinson; 'Computational Logic: The Unification Computation', Mach. Intell. 6, 1970
- [ROB67] J. A. Robinson; 'A review on automatic theorem proving', Symp. Appl. Math., vol 19, 1-18, 1967
- [RS78] P. Raulefs, J. Siekmann; 'Unification of Idempotent Functions'  
(extended and revised version of [KMRS76], 1978)
- [RW73] G. Robinson, L. Wos; 'Maximal models and refutation completeness: Semidecision procedures in automatic theorem proving', in Boone et al. (eds.), "Word problems", North-Holland, 1973
- [SI75] J. Siekmann; 'Stringunification', Essex University, MEMO CSM-7, 1975
- [SI76] J. Siekmann; 'Unification of commutative terms', Universität Karlsruhe, Int. Bericht 2, 1976

- [SIG77] SIGSAM Bulletin; 'ACM special interest group on Symbolic and Algebraic Manipulation', vol 11, no. 3, 1977 (issue no. 43) contains an almost complete bibliography
- [SLA72] J. R. Slagle; 'ATP with built-in theories including equality, partial ordering and sets, JACM 19, 120-135, 1972
- [SLA74] J. R. Slagle; 'ATP for theories with simplifiers, commutativity and associativity', JACM 21, 4, 1974
- [SKS61] D. Skordew, B. Sendow; 'Z. Math. Logic Grundlagen', Math. 7 (1961), 289, MR 31, 57 (russian) (English translation at University of Essex, Comp. Sci. Dept.)
- [SI78] J. Siekmann; 'Unification and Matching Problems' Ph. D., Essex University, MEMO CSM-4-78
- [SCHÖ] This interesting area of application was pointed out to us by W. Schönfeld, Universität Stuttgart.
- [SHE75] B. C. Smith, C. Hewitt; 'A Plasma Primer', MIT, AI-Lab., 1975
- [STI75] M. E. Stickel; 'A complete unification algorithm for associative, commutative Functions', Proc. 4th IJCAI, Tbilis, USSR, 1975
- [STW74] G. F. Stewart; 'An Algebraic Model for String Patterns', University of Toronto, CSRG-39, 1974
- [SUS65] E. Sussenguth; 'A graph-theoretical algorithm for matching chemical structures', J. Chem. Doc. 5,1, 1965
- [SZU78] P. Szabó, E. Unvericht; 'D-Unification has infinitely many models', Int. Ber. Universität Karlsruhe, 2, 1978
- [ULL76] J. R. Ullman; 'An Algorithm for Subgraph Isomorphism', JACM, vol 23, no. 1, 1976
- [SZ78] P. Szabo; The Undecidability of the  $D_A$ -Unification Problem; Universität Karlsruhe, Int. Ber. 3,1978

- [UNG63] S. H. Unger; 'GIT - A Heuristic Program for Testing Pairs of directed Line Graphs for Isomorphism', CACM, vol 7, no. 1, 1964
- [VOG78] E. Vogel; 'Unifikation von Morphismen', Diplomarbeit, forthcoming, 1978
- [VAA75] J. van Vaalen; 'An Extension of Unification to Substitutions with an Application to ATP', Proc. of Fourth IJCAI, Tbilisi, USSR, 1975
- [WEI73] P. Weiner; 'Linear Pattern Matching Algorithms', IEEE Symp. on Sw. and Automata Theory, 14, 1973
- [WCH76] K. Wong, K. Chandra; 'Bounds for the String Editing Problem', JACM, vol 23, No. 1, 1976
- [WIJ76] van Wijngaarden (et al); 'Revised Report on the Algorithmic Language ALGOL68', Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, N. Y., 1976
- [WIN76] G. Winterstein; 'Unification in Second Order Logic', Bericht 3, Universität Kaiserslautern, 1976
- [WI75] Winston; 'The Psychology of Computer Vision', 1975 McGraw Hill
- [WAR77] D. H. D. Warren; 'Implementing PROLOG', vol 1 and vol 2, D.A.I. Research Report no. 39, University of Edinburgh, 1977

S A L A T :

System for Automatic Language Analysis and Translation

Christa Hauenschild

Edgar Huckert

Robert Maier

Institut für Angewandte Sprach-

Sprachwissenschaft

Landfriedstr. 12

D-6900 Heidelberg

S A L A T wird im Rahmen des Projektes A2 "Automatische Übersetzung" des SFB 99 "Linguistik" der DFG am Institut für Angewandte Sprachwissenschaft der Universität Heidelberg unter Leitung von Prof. Dr. Klaus Brockhaus entwickelt.

Die Projektarbeit ist vorwiegend theoretisch orientiert; im Vordergrund des Interesses steht die Entwicklung eines formalen Systems, innerhalb dessen alle zur Lösung konkreter Übersetzungsprobleme erforderlichen Informationen formuliert werden können und das die Erstellung von Algorithmen und Strategien ermöglicht, die diese Informationen zur Durchführung konkreter Übersetzungsaufgaben auswerten. Hauptaufgabe ist es daher, die notwendigen Komponenten eines Verfahrens zur "fully automatic high-quality translation" in programmierbarer Form zu beschreiben und die prinzipielle Funktionsfähigkeit des entsprechenden Verfahrens durch Probeläufe zu testen. Eine unmittelbare praktisch-ökonomische Verwertbarkeit von S A L A T wird nicht angestrebt; die Bewältigung der mit einer produktionsorientierten Anwendung verbundenen quantitativen Probleme (Bereitstellung umfassender Datenmengen, Programmoptimierung u.ä.) gehört nicht zum Ziel des Vorhabens.

S A L A T ist implementiert in PL/I auf der IBM 370/168 der Universität Heidelberg. Das Verfahren, das im Prinzip für beliebige natürliche Sprachen als Ausgangs- und Zielsprachen geeignet sein soll und bei dem aus diesem Grunde Daten (Lexika, Regeln u.a.) streng von den Algorithmen zu ihrer Verarbeitung getrennt werden, wird derzeit anhand kleiner, aber erweiterbarer Ausschnitte der Sprachen Deutsch, Englisch, Französisch und Russisch getestet, Erste Probeläufe sind erfolgreich durchgeführt worden.

Die Übersetzung erfolgt mittels einer flexiblen logik-orientierten modelltheoretisch interpretierbaren Interlingua, die als semantisches Repräsentationssystem für Bedeutungen zu übersetzender Texte sowie zur Darstellung von "Weltwissen" in einer Datenbasis dient.

S A L A T besteht aus einer Reihe von Teilverfahren, die teils schon programmiert, teils erst vorläufig konzipiert sind, und die sich zu drei größeren Komplexen zusammenfassen lassen:

1. kontextfreie und transformationelle Analyse zur Überführung des Ausgangstextes in Ausdrücke des semantischen Repräsentationssystems (Tiefenstrukturen),
2. Desambiguierung und zielsprachenorientierter Transfer der Tiefenstrukturen innerhalb des Repräsentationssystems mit Hilfe einer Datenbasis und eines Deduktionssystems zu ihrer Auswertung,
3. durch die umgeformten Tiefenstrukturen gesteuerte transformationelle Synthese des Zieltextes.

Die transformationelle Analyse und Synthese arbeiten mit einem sehr allgemeinen Typ von Regeln zur Überführung von Baumstrukturen in Baumstrukturen (Transformationsregeln), die auch als Regeln des Deduktionssystems, das nicht als theorem-prover konzipiert ist, verwendet werden. Die Endlichkeit der Verfahren zur Anwendung der Transformationsregelsysteme wird durch eine intrinsische Regelordnung gesichert, die auf der Verwendung von disjunkten Teilalphabeten für Knotenetikette beruht.

Während im Bereich von Analyse und Synthese ein vorläufiger Abschluß erreicht ist, konzentriert sich die Arbeit derzeit auf die Desambiguierungs- und Transferphase, besonders auf die Weiterentwicklung der Strategie für die Deduktionskomponente.

Der Stand der Projektarbeiten zum 31.3.76 ist dokumentiert in: Forschungsbericht 1.11.1973-31.3.1976. Sonderforschungsbereich 99 "Linguistik" (Konstanz)/Teilprojekt A2 "Automatische Übersetzung" (Heidelberg). 2 Teile. Heidelberg 1976

Die Entwicklung des Projektes bis Frühjahr 78 ist u.a. zu entnehmen aus:

Christa Hauenschild / Edgar Huckert / Robert Maier:

S A L A T : Entwurf eines automatischen Übersetzungssystems (erscheint in "Sprache und Datenverarbeitung")



# Forschungsgruppe CUU

Computerunterstützter Unterricht

- Projekt Prokop -

H.-D. Böcker

G. Fischer (MIT)

D-6100 Darmstadt  
Frankfurter Str. 24  
Telephon: 061 51/26191  
18.8.1978

Kurzbericht über die Second National Conference der Canadian Society for Computational Studies of Intelligence/Société Canadienne des Etudes d'Intelligence par Ordinateur (CSCSI/SCEID) vom 19. - 21.7.1978 in Toronto

Alle diejenigen, die bisher Kanada zum "Kühlen Norden" gerechnet und warme Wäsche eingepackt hatten, wurden durch diese Tagung in Toronto gründlich eines Besseren belehrt. Das herrliche Sommerwetter trug zwar einerseits zu der insgesamt äußerst gelungenen Tagung bei, dürfte allerdings auch für den zeitweiligen Teilnehmerschwund mitverantwortlich sein - Gelegenheit zu lohnenden Ausflügen und Besichtigungen gab es genug.

Die insgesamt etwa 130 Teilnehmer (fast ausschließlich aus Nordamerika, etwa die Hälfte Kanadier) dieser zweiten von der CSCSI/SCEID veranstalteten nationalen Konferenz, die alle zwei Jahre parallel zur europäischen AISB-KI-Tagung stattfindet, hatten ein **Tagesprogramm** von 36 eingereichten Vorträgen zu bewältigen, das inhaltlich in fünf Gruppen zusammengefasst war:

- Problem Solving (einschließlich 2 Vorträge Theorem proving)
- Natural Language
- Representation
- Vision
- Learning

Jeder einzelne Vortrag hatte eine Dauer von 15 Minuten mit anschließender 5-minütiger Diskussion; diese Zeitspanne von 20 Min. war meistens für die Wiedergabe der Zusammenfassung zu lang und für ausführliche Erörterungen zu kurz - ein prinzipieller Konflikt, der nicht von allen Referenten erfolgreich gelöst werden konnte.

Etwa die Hälfte aller Vorträge wurde von US-Amerikanern gehalten, die vorwiegend am MIT oder CMU entstandene Arbeiten referierten. Die Beiträge der Kanadier wurden im wesentlichen durch Vertreter von

- University of British Columbia, Vancouver
- University of Toronto, Toronto
- University of Western Ontario, London
- Mc Gill University, Montreal

geliefert, die sich damit auch als Zentren der kanadischen KI-Forschung vorstellten. Der Schwerpunkt und auch die Stärke der kanadischen Beiträge lag im Bereich "Vision" dem auch im von A. Mackworth (UBC) gehaltenen Festvortrag "Understanding Image Understanding" besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Dieser ausgezeichnete Vortrag (der allerdings nicht in den zu Konferenzbeginn verteilten Proceedings enthalten ist) gab einen Überblick und historischen Abriß über das Teilgebiet und versuchte, gleichzeitig mit dessen systematischer Integration einen Rahmen für die den Kinderschuhen entwachsene Wissenschaft der "Computational Studies of Intelligence" abzustecken - ein gelungenes Unternehmen.

Die Mitgliederversammlung der CSCSI/SCEID beschloß, ihre dritte nationale Konferenz (die erste fand 1976 in Vancouver statt) 1980 in Edmonton/Alberta stattfinden zu lassen; vielleicht gelingt es dem Veranstalter auch das gemeinsame Festessen zu einem Erfolg werden zu lassen (das diesjährige war ein Reinfall).

Die Proceedings der diesjährigen Konferenz (314 Seiten) sind zum preis von \$12 (am besten per Scheck) erhältlich von:

Prof. C. Raymond Perrault  
Department of Computer Science  
University of Toronto  
Toronto, Ontario  
Canada M5S 1A7

Einladung

zum Einreichen von Beiträgen zur

ARBEITSTAGUNG KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

19.-23. Februar 1979  
Hölterhoff-Böcking-Stiftung, Bad Honnef

veranstaltet von der Fachgruppe "Künstliche Intelligenz" des Fachausschusses 6 "Kognitive Systeme" der Gesellschaft für Informatik (GI).

1. Themen: Die Tagung bezieht sich auf alle Bereiche der Künstlichen Intelligenz, insbesondere (aber nicht ausschließlich) auf :

Verarbeitung natürlicher Sprachen, wissensbasierte Informationssysteme, Verfahren zum automatischen Beweisen, rechnergestützte Programmkonstruktion und Programmanalyse, Programmiersysteme für KI-Software, rechnergestütztes Problemlösen, Bildverarbeitung und Szenenanalyse (Vision).

2. Zielsetzung: Die Tagung soll die Möglichkeit zu intensiven Diskussionen bieten, in denen bestehende Ergebnisse und neue, noch nicht publizierte Ansätze einzelne Teilgebiete übergreifend diskutiert werden können. Dadurch soll die Tagung auch zu einem Gedankenaustausch zwischen den in Deutschland und im Ausland arbeitenden Gruppen beitragen.

3. Tagungsort: Die Tagung findet in der Hölterhoff-Böcking-Stiftung, dem Tagungszentrum der Deutschen Physikalischen Gesellschaft in Bad Honnef statt. Wegen begrenzter Unterkunftsmöglichkeiten ist die Teilnehmerzahl auf 60 Personen beschränkt.

4. Anmeldung: Vortragsanmeldungen werden möglichst frühzeitig, jedoch spätestens bis zum 20. Dezember 1978 erbeten an:

P. Raulefs  
Institut für Informatik, Abt. III  
Universität Bonn  
Kurfürstenstraße 74  
D-5300 Bonn 1

Die Anmeldungen sollen folgende Angaben enthalten:

- (1) Name(n) und Adresse mit Tel.-Nr.
- (2) Ausreichend detaillierte Zusammenfassung (max. 10 Seiten) (3 Kopien)
- (3) Dauer des eingereichten Vortrages (15 - 60 Min. inkl. Diskussion)

Tagungssprachen sind Deutsch und Englisch.

5. Unterkunft und Kosten: Unterkunft und volle Verpflegung aller Teilnehmer erfolgen in der Tagungsstätte. Die Gesamtkosten betragen ca. DM 40.00 pro Tag.

Tentative Program  
Fourth Workshop on Automated Deduction

Thursday, Feb. 1

Morning : Allen Goldberg, "Average Case Complexity of the Satisfiability Problem" \*

Jay Munyer, "Towards the Use of Analogy in Deductive Tasks"

BREAK

Steve Winker, "Generation and Verification of Finite Models and Counterexamples using an Automated Theorem Prover Answering Two Open Questions"

Maybry Tyson & W.W. Bledsoe, "Conflicting Bindings and Generalized Substitutions"

LUNCH

Afternoon: Peter B. Andrews, "General Matings"

Drew McDermott & Jon Doyle, "Non-monotonic Logic"

Richard Weyrauch, "Many Sorted First Order Logic"

BREAK

Daniel Brand, John A. Darringer & William H. Joyner, Jr., "Completeness of Conditional Reductions"

Vincent J. Digricoli, "Resolution by Unification and Equality"

Evening: Special lecture on the History of automated deduction.

Friday, Feb. 2

Morning: Robert Elliot Filman, "Observation and Inference Applied in a Formal Representation System"

Derek Oppen, "Non-deterministic Combinations of Quantifier-free Theories"

BREAK

-----  
\* Paper numbers included only in this draft for reviewer's information.

Friday, Feb. 2 (Cont'd)

Morning: Avra Cohn, "High Level Proof in LCF"  
Robert Shostak, "Deciding Linear Inequalities by Computing Loop Residues"

LUNCH

Afternoon: Jon Doyle, "A Glimpse of Truth Maintenance"  
Howard E. Shrobe, "Explicit Control of Reasoning in the Programmer's Apprentice"  
Sharon Sickel, "Invertibility of Logic Programs"

BREAK

Panel on Applications.

Evening: Barbecue  
Short business meeting (This seems like an awful time, but I don't see another time. Any suggestions?)

Saturday, Feb. 3

Morning: Dennis de Champeaux, "Sub-problem Finder and Instance Checker  
Two Cooperating Preprocessors for Theorem Provers"

Philip Klahr, "Partial Proofs and Partial Answers"

BREAK

Phil Cox, "Representational Economy in a Mechanical Theorem-prover"

Zohar Manna & Richard Waldinger, "A Deductive Approach to Program Synthesis"

LUNCH

Afternoon: Graham Wrightson, "A Proof Procedure for Second-order Modal Logic"

Frank M. Brown, "An Automatic Proof of Quantificational Theory"

BREAK

Saturday, Feb. 3 (Cont'd)

Afternoon: Mike Fay, "First-order Unification in an Equational Theory"

Dallas S. Lankford, "The Refutation Completeness of Permutative  
Narrowing and Blocked Resolution"

Hans Bucken, "Reduction-systems and Small Cancellation Theory"

Zusätzlich einige weitere Vorträge u.a. von  
Livesey - Siekmann - Szabó - Unvericht - Bibel

GROUP TRAVEL TO TOKYO IN 1979

A cheap group air tour to the 1979 IJCAI-Conference in Tokyo is being organised by:

Mr. Scott Gibbons  
MEON Group Travel  
32 High Street  
Petersfield  
Hampshire, GU32 3JL  
England

Please contact him if you are interested. Flights will go from London (Heathrow airport) on regular Japan Airlines planes on the polar route to Tokyo, and return to London.

It is much cheaper to fly to London and join this flight, than to board an aircraft in Germany, France or Italy, because the pound sterling is still a weak currency.

There will be a choice of tours in Japan, some with a longer stay to go sight-seeing after the conference.

Firm costs are not yet known, but at 1978 prices they would range from about £650 to about £1100 (allow for 8 - 10% inflation), including first-class hotel accommodation near the conference centre in Tokyo and all local travel, e.g. from the airport to the city centre. This is, as far as I can determine, the cheapest way to get there from Europe.

There will also be a charter flight from the west coast of the USA. For details of this, contact Bruce Buchanan at Stanford.

Pat Hayes (Univ. of Essex)

**Universität  
Bielefeld** **Fakultät für  
Linguistik und  
Literaturwissen-  
schaft**

Universität Bielefeld Postfach 8640 4800 Bielefeld 1

T. Christaller  
D. Metzger

Ruf (0521) 106-1  
Durchwahl 106  
Telex: 932362 unibi

Bielefeld, den

There will be a workshop about "New parsing-conceptions in natural language processing systems". The main topics are: control structures/grammatical representation and its implementation/semantic and pragmatic information in parsing/programming aids for parser construction. Developments related to Woods' ATN-parser will be central for the discussion.  
(Date: 4/12/1978 - 7/12/1978, Place: Zif Bielefeld).

There will be a workshop about "Reconstruction of a speaker : speech act- and dialogue-processing". The main topics are: Recognition and generation of (indirect) speech acts or sequences of speech acts/organisation of dialogue-interaction/inference and problem-solving techniques for natural language processing (Date 2/11/1978 - 4/11/1978, Place: ZiF Bielefeld).

The papers presented will be published in 1979.

NEUE BOCHER

P. Hájek and T. Havránek: Mechanizing Hypothesis Formation  
(Mathematical Foundations for a General Theory)  
Universitexts, Springer-Verlag 1978

E R R A T A:

(1) Pages 247 and 248 must be interchanged; the discussion 6.1.11(d) on p. 246 on the relevance of GUHA methods for AI continues on p. 248.

(2) The terms "functor calculus" and "function calculus" mean the same; the authors are not responsible for the change of "functor calculus" to "function calculus" at some occurrences.

Institut für linguistische Datenverarbeitung  
Verlag Linguistik

ILDV

B ü c h e r l i s t e / B o o k l i s t

1. Herbert E. Bruderer, Sprache - Technik - Kybernetik. Aufsätze zur Sprachwissenschaft, maschinellen Sprachverarbeitung, künstlichen Intelligenz und Computerkunst. Verlag Linguistik, Münsingen/Bern 1978, 187 Seiten, 39 Schweizer Franken (Foreign orders must be prepaid: Surface 44 Swiss Francs, Air 50 Swiss Francs), ISBN 3-85784-000-5  
(mit Beiträgen zur Rechtschreibreform und einem englisch-deutschen Wörterverzeichnis zur künstlichen Intelligenz und Computerkunst)
2. Herbert E. Bruderer, Handbuch der maschinellen und maschinenunterstützten Sprachübersetzung. Automatische Übersetzung natürlicher Sprachen und mehrsprachige Terminologiedatenbanken. Verlag Dokumentation, München, New York, Paris 1978, 880 Seiten, 148 Schweizer Franken (Foreign orders must be prepaid: Surface 155 Swiss Francs, Air 171 Swiss Francs), ISBN 3-7940-7005-4  
Geleitwort von Prof. Dr. K. Bauknecht, Institut für Informatik der Universität Zürich  
Bibliografie mit rund 1600 Einträgen
3. Herbert E. Bruderer, Handbook of Machine Translation and Machine-aided Translation. Automatic Translation of Natural Languages and Multilingual Terminology Data Banks. North-Holland Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York 1978, 959 pages, ISBN 0-7204-0717-6  
Foreword by Professor K. Bauknecht, Department of Computer Science, University of Zurich  
English translation by the Commission of the European Communities, Brussels  
Bibliography with some 1600 references.
4. Herbert E. Bruderer (Hg./ed.), Automatische Sprachübersetzung. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 1978/79, etwa 450 Seiten (Wege der Forschung, Band 272), 41-45 DM, ISBN 3-534-06312-0, nur für Mitglieder der Buchgesellschaft

Direktbestellungen für alle vier Bücher/Book orders (all four titles): Verlag Linguistik, Postfach 149, CH-3110 Münsingen/Bern, Schweiz/Switzerland - Keine Ansichtssendungen

Postscheckkonto: Burgdorf 34-16403

LIEFERBAR  
IN PRINT

LIEFERBAR  
IN PRINT



# Speech Communication with Computers

Edited by Leonard Bolc, Warsaw. In English. Series:  
"Natural Communication with Computers". 206 pages.  
1978. pb. 38, - DM/10 £

## T A B L E O F C O N T E N T S

### UNDERSTANDING SPEECH IN THE HEARSAY - II SYSTEM

*Frederic Hayes-Roth, Rand Corp.; D. Jack Mostow, Mark S. Fox  
both Carnegie-Mellon University*

### AUTOMATIC SPEECH RECOGNITION OF LARGE VOCABULARIES

*George M. White, Xerox Palo Alto Research Center,  
California*

### A PHONETIC APPROACH TO AUTOMATIC VOWEL RECOGNITION

*David D. Broad, Hisashi Wakita, both Speech Communications  
Research Laboratories Inc., Santa Barbara, California*

### PRINCIPLES OF AUTOMATIC SPEAKER-RECOGNITION

*Peter Jesorsky, Heinrich Hertz Institut, Berlin, GFR*

### PRINCIPLES OF TEXT-CONTROLLED SPEECH SYNTHESIS

*Helmut Mangold, AEG-Telefunken Research Laboratories,  
Ulm, GFR*

### DIGITAL SYNTHESIS OF SPEECH AND ITS PROSODIC FEATURES BY MEANS OF A MICROPHONEMIC METHOD

*Grzegorz Kiełczewski, Institute of Informatics, University  
of Warsaw*

**Carl Hanser Verlag**  
**München Wien**

**Macmillan**  
**London**

Herbert E. Bruderer

**Handbuch der maschinellen und maschinenunterstützten Sprachübersetzung**

**Automatische Übersetzung natürlicher Sprachen und  
mehrsprachige Terminologiedatenbanken**

1978. XV, 864 Seiten, zahlreiche Abbildungen und Tabellen. Linson DM 148,-.  
ISBN 3-7940-7005-4

Dieser Forschungsbericht zur maschinellen und maschinenunterstützten Übersetzung natürlicher Sprachen gilt als die aktuellste, gründlichste und zuverlässigste heute erhältliche Darstellung zum Thema. Er gibt eine Einführung in die Probleme, Möglichkeiten und Grenzen der voll- und teilautomatischen Sprachübersetzung, erklärt Grundbegriffe und veranschaulicht die Stufen des Übersetzungsvorgangs. Das Handbuch enthält über 40 detaillierte schematische Systembeschreibungen mit allgemeinen, linguistischen, technischen und wirtschaftlichen Angaben, eine große Zahl von Rechnerausdrücken der verschiedenen Verfahren, einen Bericht über die Vorführung des automatischen Übersetzungssystems SYSTRAN mit sorgfältiger Auswertung der Ergebnisse. Außerdem: über 100 einschlägige Anschriften, rund 1600 Literaturhinweise und ein ausführliches Sach- und Namenregister.

Ein Standardwerk für Forschung, Lehre und Anwendung.

**K. G. SAUR München · New York · Paris · London**  
**Postfach 711009 · 8000 München 71 · Tel. (089) 79 89 01 · Telex 5212067 saur d**

Natural  
Communication  
with Computers

A new series  
Edited by Leonard Bolc

Carl Hanser Verlag  
München Wien

Macmillan  
London

The series "NATURAL COMMUNICATION WITH COMPUTERS" is intended to be a thorough, time-saving and informational report on the results of research and development on natural man/computer communication in the field of computer science.

This publication will include both detailed overviews describing the present state of research in this field as well as thorough descriptions of existing research projects which were developed for practical application.

The following material will be published:

1. preliminary versions of original work and monographs
2. syllabi of lecture courses
3. syllabi of seminars and discussions
4. reports from congresses
5. research project reports.

In the interests of topicality, the submitted papers may be of a preliminary nature.

The publications of the series "NATURAL COMMUNICATION WITH COMPUTERS" shall serve the aim of promoting an international exchange of ideas in computer science research. The series will be distributed and documented internationally. It is intended to be a world-wide medium for the propagation of scientific information in this significant, trend-setting field of computer science which has been enriched by the especially rapid pace of development.

The authors will receive 25 reprints of their article.

The maximum length for manuscripts shall be 100 to 180 pages in German standard paper size (A 4).

They will be photomechanically reproduced. Manuscript paper with preprinted margins will be made available to the authors. The text area should not be larger than 6 1/4 x 9 inches in size. Necessary corrections can be made as usual by using adhesive correction strips or correction fluid. Hand-written additions (formulae, special characters and symbols, etc.) should be made with India ink.

Manuscripts, in English, should be sent to

Leonard Bolc, Institute of Computer Science, Warsaw University,  
PKiN, pok. 850, 00-901 Warszawa, Poland. Telex: 0063-815591infuw

NEUE BERICHTE DER PROJEKTGRUPPE  
SIMULATION VON SPRACHVERSTEHEN

UNIVERSITÄT HAMBURG  
Germanisches Seminar  
Von-Melle-Park 6  
D-2000 Hamburg 13  
Tel.: 040 4123-4784

v. Hahn, Walther: Linguistische Datenverarbeitung in Hamburg und das Projekt HAM-RPM. In: Krallmann, D. (ed.): Kolloquium zur Lage der Linguistischen Datenverarbeitung. Essen 1978. S. 291-305

Wahlster, Wolfgang / Jameson, Anthony / Hoepfner, Wolfgang: Glancing, Referring and Explaining in the Dialogue System HAM-RPM. Bericht Nr. 7, Juli 1978, 15pp.

This paper focusses on three components of the dialogue system HAM-RPM, which converses in natural language about visible scenes. First, it is demonstrated how the system's communicative competence is enhanced by its imitation of human visual-search processes. The approach taken to noun-phrase resolution is then described, and an algorithm for the generation of noun phrases is illustrated with a series of examples. Finally, the system's ability to explain its own reasoning is discussed, with emphasis on the novel aspects of its implementation.

Syntax-Directed, Semantics-Supported Program Synthesis

by Wolfgang Bibel, Institut f. Informatik, TUM, München,  
z. Zt. Lehrstuhl f. Angew. Informatik, Univ. Karlsruhe,  
Postfach 6380, 75 Karlsruhe 1

Abstract. A number of strategies for the synthesis of algorithms from a given input-output specification of a problem are presented which are centered around a few basic principles. It is verified for about ten different algorithms that their uniform application in all cases results in a successful deductive synthesis.

HEX - Dialogsystem

regionales Rechenzentrum, IAB Nr. 72, Erlangen

8,

ein interaktives Programm zur natürlicher Kommunikation mit einem Modell, welches das Brettspiel. Dieses System soll mit einem menschlichen Spieler spielen und Situationen auf dem Spielfeld analysieren und kommentieren können. In der ersten Entwicklungsstufe, die nunmehr abgeschlossen ist, kann der Dialogpartner über Situationen und den Verlauf eines Spieles Aussagen, Fragen und Anweisungen formulieren, die von einem modifizierten Riesbeck-Parser in eine eindeutige semantische Tiefenstruktur übersetzt und von einem Interpreter-Algorithmus über einer in MICRO-PLANNER implementierten Datenbasis ausgeführt werden. Abschließend werden Probleme der Darstellung strategischen Wissens, welches in das System einzubetten ist, diskutiert.

---

Other Directions for Automatic Theorem Proving

Dennis de Champeaux

Bedrijfsinformatica

University of Amsterdam

Mirror Co

---

Content:

1. What goes on in ATP these days ?
  2. Research directions in the ATP scheme
  3. How to improve the power of ATP's
    - 3.1 Preprocessing
    - 3.2 Provide more information to an ATP
    - 3.3 Theorem proving as a multi level search problem
    - 3.4 Solving the theorem proving problem by forgetting it
  4. Summary
  5. References
-

Sub-Problem Finder and Instance Checker  
Two Cooperating Preprocessors For Theorem Provers

Dennis de Champeaux  
Bedrijfsinformatica  
University of Amsterdam  
Mirror Co

Abstract

Two pre-processors for theorem provers are described, which when applicable, will lead to search space simplification.

Both were implemented and integrated with an existing resolution type connection graph theorem prover. Examples are provided which confirm our claim of search space simplification.

Key words and phrases: Theorem proving, pre-processing, search space simplification.

Contents:

1. Pre-processors for theorem provers in general.
  2. The independent sub-problem recognizer.
  3. The instance checker.
  4. Interplay between INSURER, I.C. and COGITO and what is to be desired.
  5. Examples.
  6. Summary.
  7. References.
- Appendix.

April 1978

---

PAUL Y. GLOESS

Technical Report N00014-75-C-0816-SRI-7

August 1978

---

**A PROOF OF THE CORRECTNESS OF A  
SIMPLE PARSER OF EXPRESSIONS BY THE  
BOYER-MOORE SYSTEM**

Stanford Artificial Intelligence Lab.  
Stanford University, Polya Hall  
Stanford, CA 94305, USA

G. Nelson, D.C. Oppen. Fast decision algorithms based on congruence closure.  
Stanford AI-Memo AIM-309/Computer Science Rept. No. STAN-CS-77-646

G. Nelson, D.C. Oppen. Simplification by cooperating decision procedures.  
Stanford AI-Memo AIM-311/Computer Science Rept. No. STAN-CS-78-652

---

Philip T. Cox  
Dept. of Computer Science, Univ. of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada.  
Deduction Plans: a graphical proof procedure for the first-order predicate  
calculus.  
Research Report No. CS-77-28, Oct. 1977.

---

R.-D. Fiebrich  
Generation of correct compiler parts from formal language descriptions.

Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften,  
Barer Str. 21, 8000 München 2  
LRZ-Bericht Nr. 7802/1 (Juni 78).

**ABSTRACT**

A system is described which takes as input descriptions of the abstract syntax and of the extensional semantics of certain simple source and target languages in LCF and a source program. The output consists of a target program. Programs are translated through proving a theorem in LCF which states that the target program is a correct translation of the source program. Algebraic methods are used to reduce the translation of a program to the translation of certain source language constructs. A construct is translated by equivalence preserving transformations of the term which represents its meaning. The transformations result in a combination of terms which represent the meaning of the corresponding target language elements. The system is constructed in a way that a compiler generator may be based on it in a rather straightforward manner.

---

J. G. Carbonnell, R. C. Schank.

Comments on the paper of Cherniavsky. On artificial intelligence and attempts to disprove its existence.

Inform. Systems :3(1978)227-230.

Hinweis: Dies ist eine weitere Stellungnahme zu Papieren von V. Cherniavsky und M. O. Rabin, in denen prinzipielle Beschränkungen für die Arbeit in der künstlichen Intelligenz behauptet werden, die berechenbarkeitstheoretisch (Cherniavsky) bzw. Komplexitätstheoretisch (Rabin) begründet werden.

Carbonnell und Schank behaupten in diesem Papier, daß

- (a) Rabin's Argument technisch korrekt ist, jedoch von einem nicht für die künstliche Intelligenz zutreffenden Paradigma ("theorem proving paradigm") ausgeht.
- (b) Cherniavsky's Argument technisch nicht korrekt ist, und ebenfalls von einem für die künstl. Intelligenz nicht zutreffenden Paradigma ausgeht.

(P. Raulefs)

#### HINWEISE

1. Ab der nächsten Ausgabe dieses Rundbriefes sollen Zusammenstellungen neuer Bücher und Papiere durch ein rechnergestütztes Dokumentationssystem erstellt werden. Ich bitte Sie daher um verstärkte Zusendung neuer Arbeiten bzw. von Kurzfassungen und sonstigen Ankündigungen.
2. Redaktionsschluß für den nächsten Rundbrief (Februar 1979) ist der

15. Januar 1979.

P. Raulefs  
Herausgeber

## EINLADUNG

zum Einreichen von Beiträgen zur

### 4. ARBEITSTAGUNG KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

19. - 23. Februar 1979

Physik-Zentrum Bad Honnef

veranstaltet von der Fachgruppe "Künstliche Intelligenz" des Fachausschusses 6 "Kognitive Systeme" der Gesellschaft für Informatik (GI).

1. Themen: Die Tagung bezieht sich auf alle Bereiche der Künstlichen Intelligenz, insbesondere (aber nicht ausschließlich) auf:

Verarbeitung natürlicher Sprachen, wissensbasierte Informationssysteme, Verfahren zum automatischen Beweisen, rechnergestützte Programmkonstruktion und Programm-analyse, Programmiersysteme für KI-Software, rechnergestütztes Problemlösen, Bildverarbeitung und Szenenanalyse (Vision).

2. Zielsetzung: Die Tagung soll die Möglichkeit zu intensiven Diskussionen bieten, in denen bestehende Ergebnisse und neue, noch nicht publizierte Ansätze einzelne Teilgebiete übergreifend diskutiert werden können. Dadurch soll die Tagung auch zu einem Gedankenaustausch zwischen den in Deutschland und im Ausland arbeitenden Gruppen beitragen.

3. Tagungsort: Die Tagung findet in der Hölterhoff-Böcking-Stiftung, dem Tagungszentrum der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, in Bad Honnef statt. Wegen begrenzter Unterkunftsmöglichkeiten ist die Teilnehmerzahl auf 60 Personen beschränkt.

4. Anmeldung: Vortragsanmeldungen werden möglichst frühzeitig, jedoch spätestens bis zum:

20. D e z e m b e r 1978 erbeten an:

P. Raulefs  
Institut für Informatik, Abt. III

Universität Bonn  
Kurfürstenstr. 74

D-5300 Bonn 1

Die Anmeldungen sollen folgende Angaben enthalten:

- (1) Name(n) und Adresse(n) mit Tel.-Nr.
- (2) Ausreichend detaillierte Zusammenfassung (max. 10 Seiten) (3 Kopien)
- (3) Dauer des eingereichten Vortrages (15 - 60 Min. inkl. Diskussion)

Tagungssprachen sind Deutsch und Englisch.

5. Unterkunft und Kosten: Unterkunft und volle Verpflegung aller Teilnehmer erfolgen in der Tagungsstätte. Die Gesamtkosten betragen ca. DM 40.00 pro Tag.



C A L L F O R P A P E R S

4<sup>th</sup> WORKSHOP ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

February 19 - 23 1979

Physics-Center, Bad Honnef, Germany

Sponsored by Fachgruppe Künstliche Intelligenz of the Gesellschaft f. Informatik

1. Topics. The Workshop considers all areas of Artificial Intelligence.

Particular topics of interest are (not exclusive):

Natural language processing, knowledge-bases information systems, computer-aided program construction and analysis, mechanical theorem proving, mechanical problem-solving and knowledge engineering, systems for AI-software, vision.

2. Goals. The Workshop is intended to stimulate intensive discussions between AI-groups in Europe. It is expected that representatives of most AI-groups in Germany will participate. Results as well as work in progress and new ideas should be discussed. Since contributions from all subareas of AI are invited, we hope that the Workshop will help to clarify and advance common concepts basic to the entire area.

3. Accomodation. As its predecessor, the Workshop will take place at the Physics Center in Bad Honnef near Bonn, Germany. Because of space limitations, the number of participants is restricted to 60 persons. Accomodation and all meals will be provided by the Physics Center at about DM 40.00 a day.

4. Deadline for abstracts. Abstracts of intended talks should be sent  
by Christmas 1978 to

P. Raulefs  
Institut für Informatik, Abt. III  
Universität Bonn  
Kurfürstenstrasse 74  
D-5300 Bonn 1, West Germany

Abstracts should contain: (1) Author(s) name and address with Tel.no.  
(2) Three copies of a sufficiently detailed abstract of the intended talk (max. 10 pages).  
(3) length of the intended talk (15-60 min.incl. discussion).

FRAGEBOGEN ZU FORSCHUNGSPROJEKTEN IN DER KÜNSTLICHEN INTELLIGENZ  
IN DEUTSCHLAND

1. Welche Gebiete werden von Ihrer Gruppe bearbeitet?

- 1.1 \_\_\_\_\_
- 1.2 \_\_\_\_\_
- 1.3 \_\_\_\_\_
- 1.4 \_\_\_\_\_

2. Welche Personen arbeiten an Ihrem Projekt mit (mit Zuordnung zu Gebieten 1.1,...)?

- 2.1 (Leiter/Kontaktperson) \_\_\_\_\_
- 2.2 \_\_\_\_\_ 2.3 \_\_\_\_\_
- 2.4 \_\_\_\_\_ 2.5 \_\_\_\_\_
- 2.6 \_\_\_\_\_ 2.7 \_\_\_\_\_

⋮

3. Welche (Studien-, Dipl.-, Dr.-, sonstige) Arbeiten sind z.Zt. bei Ihnen in Vorbereitung (Name/Arbeitstitel)?

- 3.1 \_\_\_\_\_
- 3.2 \_\_\_\_\_
- 3.3 \_\_\_\_\_
- 3.4 \_\_\_\_\_
- 3.5 \_\_\_\_\_
- 3.6 \_\_\_\_\_
- 3.6 \_\_\_\_\_
- 3.7 \_\_\_\_\_

⋮

Bitte senden Sie den ausgefüllten Fragebogen an: P. Raulefs  
Institut für Informatik, Abt. III  
Universität Bonn, Postfach 2220  
D-5300 Bonn 1

Ihre Angaben werden dazu verwendet, im Rundbrief Künstliche Intelligenz eine Übersicht über die in Deutschland bearbeiteten KI-Projekte zu geben.